



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

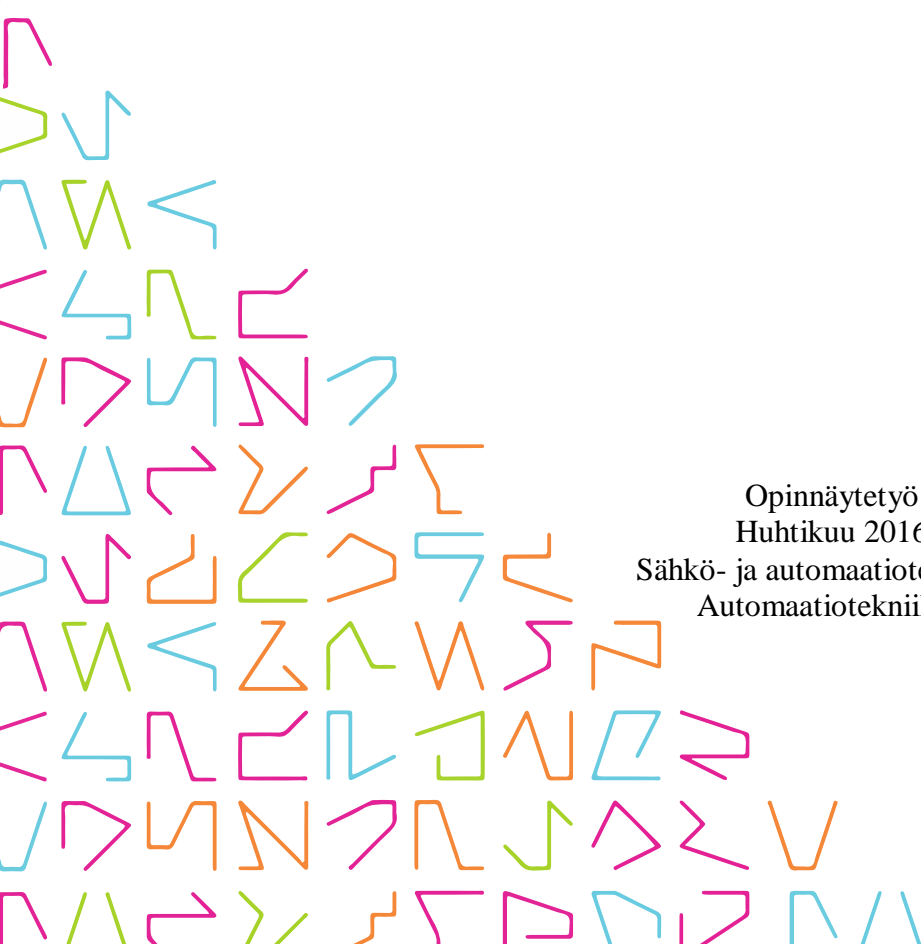
RUISKUVALUKONEEN LAATIKOINTISOLU

Ohjelmoitavan logiikan ja operointipäätteen

ohjelmointi

Antti Pirttijärvi

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2016
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Automaatiotekniikka



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikka
Automaatiotekniikka

PIRTTIJÄRVI ANTTI:

Ruiskuvalukoneen laatikointisolu
Ohjelmoitavan logiikan ja operointipäätteen ohjelmointi

Opinnäytetyö 63 sivua, joista liitteitä 26 sivua
Huhtikuu 2016

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana oli Bravida Oy:n Akaan yksikkö, joka toimittaa automatisoidun kuljetinjärjestelmän VS-Harja Oy:lle. Työssä ohjelmoitiin laatikointisolun kuljetinjärjestelmän logiikkasovellus, joka syöttää tyhjiä laatikoita ladontaan ja siirtää täydet laatikot puskuriin odottamaan varastointia. Ladonnan suorittaa robotti, joka hakee valmiita tuotteita ruiskuvalukoneesta.

Kuljetinjärjestelmä sisältää kaksi eri linjastoa sekä pinon, joka syöttää tyhjiä laatikoita toiselle kuljetinlinjastolle. Lisäksi työssä suunniteltiin operointipäätteen käyttöliittymä, jolla ohjataan kuljetinjärjestelmää. Teoriaosuudessa esitellään ohjelmoitavien logiikoiden teoriaa keskittyen työssä käytettyihin laitteisiin.

Ennen ohjelmointia työssä määriteltiin I/O-luettelo laatikointisolun mekaanisen rakenteen ja työn teettäjän toiveiden mukaan. Soluun valittiin Omronin CP1L-sarjan logiikka ja NB-sarjan näyttö, joten logiikkaohjelma tehtiin Omronin CX-Programmerilla ja operointipäätteen käyttöliittymä NB-designerilla.

Työn tuloksena saatiin ohjelmoitua laatikointisolun kuljetinjärjestelmä sekä käyttöliittymä. Käyttöönotto ei sisältynyt opinnäytetyöhön, koska solun mekaaninen rakenne ei ehtinyt valmistua opinnäytetyön aikana. Logiikkaohjelman toimivuutta testattiin CX-Programmerin simulointitoiminnolla.

Työn tilaaja saa opinnäytetyön perusteella ohjelman suunnittelemaansa kuljetinjärjestelmään, ja ohjelmoinnin osalta mahdolliset muutostarpeet ovat vähäisiä. Työn onnistumista voidaan lopullisesti arvioida kokonaisuutena, kun kuljetinjärjestelmä saadaan toteutusvaiheeseen, jossa varmistetaan sen mekaanisen kokoonpanon ja automaation toimivuus yhdessä.

Asiasanat: ohjelmoitava logiikka, operointipääte, kuljetinjärjestelmä

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree Program in Electrical Engineering
Option of Automation Engineering

PIRTTIJÄRVI, ANTTI:

The Packaging cell

Programming programmable logic controller and programmable terminal

Bachelor's thesis 63 pages, appendices 26 pages

April 2016

The thesis was commissioned by the Akaa department of Bravida Oy which provides an automatic conveyor system to VS-Harja Oy. The Goal of this thesis is to design automation program to the packaging cell of the conveyor system's programmable logic controller (PLC) which feeds empty containers (boxes) to the assembling area and gathers filled containers to wait further storing. The Gathering of completed production units are performed by a robotic unit which collects them from the plastic injection molding machine. The conveyor system consists of two different lines and a stack where empty containers will be feed to the one of the conveyor lines. Additionally, the designing of the operating interface of the programmable terminal was conducted on this thesis. The Theoretical part of the thesis introduces the theory of programmable logics, focusing on devices which the thesis work is based upon.

Before programming the PLC, I/O- list was defined based on the mechanical construction and features of a packaging cell desired by the commissioner. Omron CPIL-series PLC logic and NB-series display were utilized. The programming was written on Omron CX-programmer and the operating interface designed on NB Designer.

The conveyor system of the packaging cell programming and operating interface were completed during the thesis period, but unfortunately the implementation of these could not be performed because the mechanical construction of the system was not completed during thesis work due delays. The Testing of the PLC's programming was performed in the CX-programmer's integrated simulation mode.

The company in question receives the program based upon this thesis on their conveyor system and possible modifications to the program (which can be expected to be minor) once the system reaches the implementation stage. Success of the thesis work can be only determined after the system's mechanical construction and automation setup functionality have been assured.

Key words: programmable logic controller, programmable terminal, conveyor system

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	OHJELMOITAVAT LOGIIKAT JA OPEROINTIPÄÄTE	7
2.1	Ohjelmoitavan logiikan rakenne	7
2.2	Logiikkaohjelmointi CX-Programmerilla	10
2.2.1	Ohjelmointikielet	12
2.2.2	Kirjastot.....	15
2.2.3	Muistialueet	16
2.3	Operointipaneeli.....	17
3	RUISKUVALUKONE, ROBOTTI JA LAATIKOINTISOLU.....	20
3.1	Ruiskuvalukone ja robotti.....	20
3.1.1	Käyttötilat.....	21
3.1.2	Robotin ohjelmat	23
3.2	Laatikointisolu	24
3.2.1	Kuljettimet.....	26
3.2.2	Pino	26
3.2.3	Viestintä robotin kanssa	27
3.2.4	Turvatoiminnot	27
4	OHJELMAN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS	29
4.1	Solun I/O-luettelon määrittäminen.....	29
4.2	Logiikkasovellus	29
4.3	Operointipaneelin ohjelmointi	33
5	POHDINTA	35
	LÄHTEET	36
	LIITTEET.....	38
	Liite 1. Kuljetinjärjestelmän IO-luettelo	38
	Liite 2. Logiikkasovellus	39

LYHENTEET JA TERMIT

ABS	akryyliniitrilibutadieenistyreeni muovi
CNC	Computer Numerical Control, tietokoneistettu numeerinen ohjaus
CPU	Central-Processing Unit, tietokoneohjelman käskyjä suorittava prosessori
HMI	Human-Machine Interface, käyttöliittymä
I/O	Input/Output, sisääntulo/ulostulo
PLC	Programmable Logic Controller, ohjelmoitava logiikka
SEKVENSSI	sovellusohjelma koostuu askeleista, joista vain yksi on kerrallaan aktiivinen ja etenemisehdot ovat tarkoin määriteltäviä

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena oli automatisoida ruiskuvalukoneen tuotteiden laatikointi VS-Harja Oy:lle, jonka toimipiste sijaitsee Akaalla. Yritys valmistaa harjoja kotitalous- ja ammattikäyttöön. Tavoitteena on tehostaa tuotteiden valmistusta automatisoinnin avulla. Tein opinnäytetyöni Bravida Oy:n Akaan yksikköön, joka suunnittelee laatikoinnin automatisoinnin. Yritys on erikoistunut sähkö- ja automaatioasennusten toteutukseen. Bravida konserni toimii noin 160 paikkakunnalla Ruotsissa, Norjassa, Tanskassa ja Suomessa ja konserni on pohjoismaiden johtava kiinteistöjen, teknisten asennusten sekä huolto- ja ylläpitopalvelujen toimittaja.

Opinnäytetyössä keskityttiin suunnittelemaan laatikointisolun kuljetinjärjestelmä, jolla voidaan syöttää tyhjiä laatikoita valmiita tuotteita latovalle robotille. Lisäksi kuljetinjärjestelmällä siirretään täydet laatikot puskuriin odottamaan varastointia. Solu sisältää kaksi eri linjastoa, joilla käsitellään erikokoisia laatikoita, sekä pinon tyhjien laatikoiden syöttöön. Kuljettimien avulla solu pystyy toimimaan itsenäisesti useita tunteja, sillä työntekijöitä tarvitaan vasta puskurin tyhjentämiseen.

Kuljettimia päästään ohjaamaan operointipäätteen avulla, jolla voidaan valita automaattiajon ajotapa tai ajaa käsiajoilla yksittäisiä kuljettimia ja pinon sylinteitä. Operointipäätteellä voidaan myös kuitata häiriöilmoitukset, jotka aiheutuvat turvapiirin katkeamisesta tai kuljettimien käyntiajan ylittymisestä.

2 OHJELMOITAVAT LOGIIKAT JA OPEROINTIPÄÄTE

Kappaleessa kerrotaan ohjelmoitavista logiikoista sekä operointipäätteistä. Esittely painottuu opinnäytetyössä käytettyihin laitteisiin, ohjelmistoihin ja menetelmiin.

2.1 Ohjelmoitavan logiikan rakenne

Ohjelmoitava logiikka eli PLC on automaatioprosessien ohjaukseen tarkoitettu pieni mikroprosessorilla varustettu tietokone, joka on korvannut relepohjaiset ohjausjärjestelmät. Tyypillisiä käyttökohteita ovat koneiden ja tuotantolinjojen ohjaukset. Sen etuina releohjauksiin verrattuina ovat tehokkuus, muokattavuus ja toimintavarmuus. Yhdellä logiikalla voidaan korvata tuhansia releitä ja ajastimia. Yksi merkittävä etu logiikoissa on vikadiagnostiikka-ominaisuudet, jotka lyhentävät merkittävästi tuotantoseisokkeja. Logiikoita on rakenteeltaan perinteisiä eli kompakteja malleja, joihin on integroitu tulo- ja lähtöyksiköt, sekä modulaarisia, joilla logiikan rakenne on käyttäjän valittavissa. Eri yksiköitä ovat mm. teholähdeyksikkö, keskusyksikkö, tuloyksikkö, lähtöyksikkö sekä asennusalusta (räkki). (Keinänen, Kärkkäinen, Lähetkangas & Sumujärvi 2007, 212.)

Logiikan tulot ja lähdöt kytketään sen tulo- ja lähtöportteihin. Lähtöjä ohjataan logiikan muistiin tehdyn ohjelman ja sisääntulojen tietojen perusteella. Ohjelma voidaan tehdä askeltavaksi tai vapaasti kiertäväksi, mikä voidaan valita tapauskohtaisesti. (Keinänen ym. 2007, 212.)

Laatikointisolun kuljettimia ja pinoa ohjataan Omronin CP1L-EM40DT1-D-logiikalla (KUVA 1). CP1L-sarjan logiikka on tarkoitettu pienikokoisten koneiden ohjaukseen. Sarjan logiikat ovat modulaarisia, pienikokoisia ja lisäksi siinä on sisäänrakennettu Ethernet-portti. Koska logiikkaan kytketään yhteensä 26 tuloa ja 17 lähtöä, saadaan CP1W20EDT1 I/O-laajennusyksiköllä I/O-pisteitä lisättyä tarvittava määrä (KUVA 2). I/O-laajennuksen ansiosta on käytettävissä tuloja 36 ja lähtöjä 24. Valokennojen (KUVA 3) ja logiikan välisessä johdotuksessa hyödynnetään kenttäväylämoduuleita (KUVA 4), joilla saadaan kytkettyä moduuli ja logiikka yhdellä tiedonsiirto-kaapelilla. Tämä vähentää kaapelointia ja helpottaa asennusta. (Omron CP1L-logiikan Operation-käsikirja.)



KUVA 1. Omron CP1L-logiikka (Omron datalehti CP1L)



KUVA 2. Omron CP1W-laajennusyksikkö (Omron datalehti CP1W)



KUVA 3. Omron E3F1-valokenno (Omron datalehti E3F1)



KUVA 4. Murr MVP12-blokki (Murr-tuloblokki.)

Virtalähteenä ohjausjärjestelmälle käytetään Omronin 120 Watin S8VK-G12024-virtalähdettä (KUVA 5). Virtalähteestä syötetään sekä logiikan lisäksi turvapiirejä.



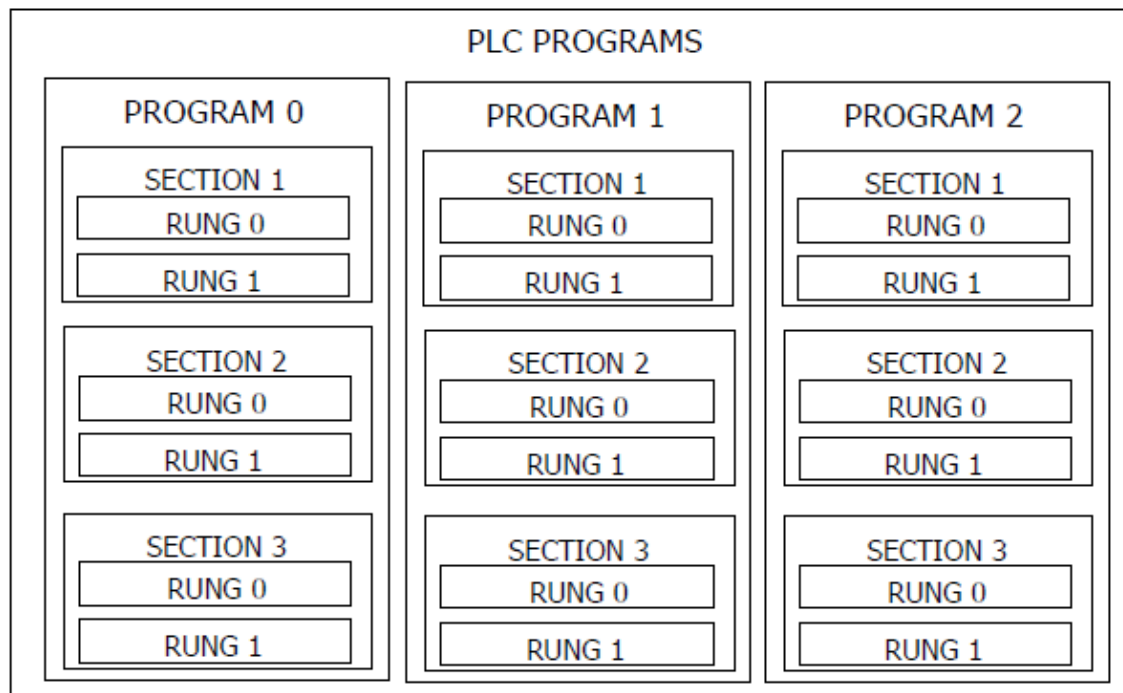
KUVA 5. Omron S8VK-G12024-virtalähde (Omron datalehti S8VK-G12024)

2.2 Logiikkaohjelmointi CX-Programmerilla

Omronin CX-One on ohjelmistopaketti, joka sisältää automaatiojärjestelmän määrittämiseen ja ohjelmointiin tarvittavat ohjelmistot. Sillä voidaan ohjelmoida useita eri laitteita, kuten logiikkapiirejä, käyttöpäätteitä, liikkeenohjausjärjestelmiä ja verkkoja. Se sisältää mm. seuraavat ohjelmistot:

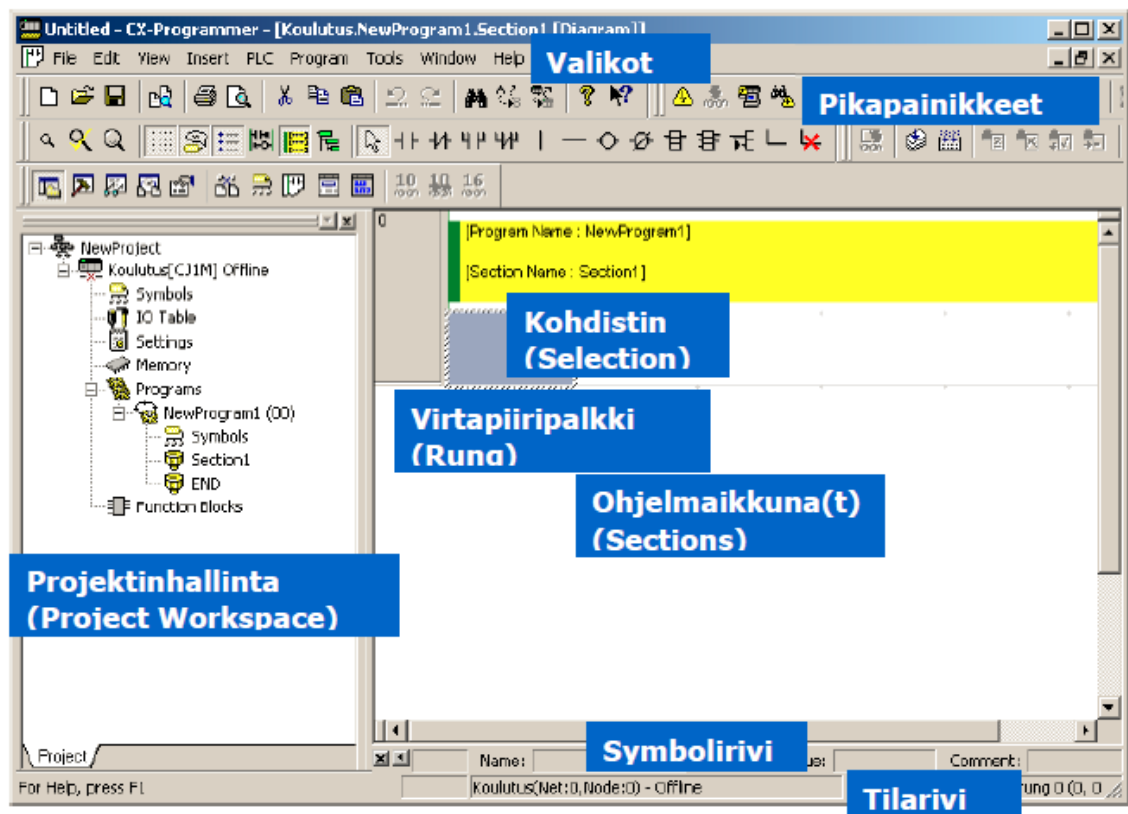
- CX-Programmer
- CX-Simulator
- CX-Designer
- CX-Integrator
- CX-Configurator
- CX-Protocol
- CX-Drive. (Omron CX-One aloitusopas)

CX-Programmerissa ohjelma voidaan jakaa omiin blokkeihin (Section), jotta ohjelman rakenne selkeytyy. Blokki jakautuu vielä virtapiireihin (Rung). Ohjelmarakenne voidaan esittää seuraavasti (KUVA 6). Ohjelman suoritussyajjestystyä on havainnollistettu numeroinnilla. Mikäli ohjaus sisältää useamman ohjelman, suoritetaan ne numerojajjestyksessä. Myöskin ohjelman sisäiset blokit ja niiden sisäiset virtapiirit suoritetaan jajjestyksessä. (Omron Logiikkaohjelmointi ja CX-One.)



KUVA 6. CX-Programmer-sovelluksen rakenne (Omron Logiikkaohjelmointi ja CX-One)

Pääikkunan vasemmassa reunassa sijaitsee projektinhallintaikkuna, josta päässään liik- kumaan projektin eri sivuille. Ohjelmaikkunassa nähdään projektinhallintaikkunasta va- littu sivu ja sitä voidaan muokata virtapiiri kerrallaan. Ohjelmointia nopeuttavat pääikku- nan ylälaidassa sijaitsevat pikapainikkeet. Symboliriviltä nähdään aktiivisen symbolin tiedot ja tilariviltä logiikan tietoja muun muassa sykli aika (KUVA 7).



KUVA 7. CX-Programmer -ohjelmiston pääikkuna (Omron Logiikkaohjelmointi ja CX-One)

2.2.1 Ohjelmointikielet

Koska PLC-valmistajat käyttävät eri ohjelmointiohjelmistoja, niin ohjelmoinnista on tullut hyvin kirjavaa. Tästä johtuen on laadittu ohjelmoitaville logiikoille ohjelmointistandardi IEC 61131-3, joka koostuu viidestä ohjelmointikielestä:

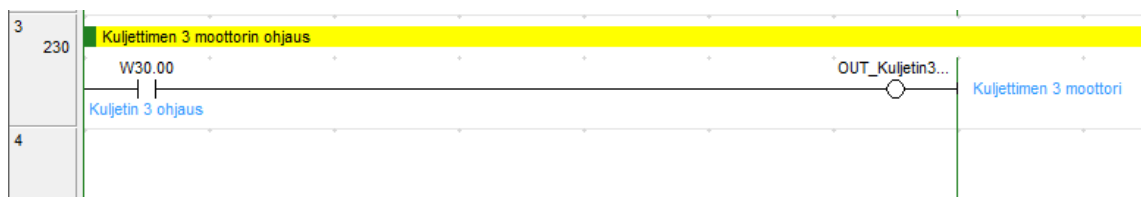
- sekvenssivuokaavio SFC,
- strukturoituteksti ST,
- logiikkakaavio FBD,
- relekaavio LD ja
- käskylista IL. (IEC 61131-3 ohjelmointikielet)

Kielistä SFC, FBD ja LD ovat graafisia ja ST ja IL tekstuaalisia kieliä. Ohjelmoitsija voi käyttää samassa ohjelmistoprojektissa eri kieliä sen mukaan mikä sopii tilanteeseen parhaiten. Ohjelmistokielistä SFC ei tarjoa monimutkaisia ominaisuuksia ja tyypillisesti sitä käytetäänkin runkona varsinaiselle logiikkaohjelmalle. (Keinänen ym. 2007, 223.)

Omronin logiikkasarjojen ohjelmointiin ja vianmäärittelyyn tarkoitettu ohjelmisto on CX-Programmer (KUVA 7). Yleisimpiä logiikkasovelluksen ohjelmointiin käytettyjä ohjelmointikieliä ovat:

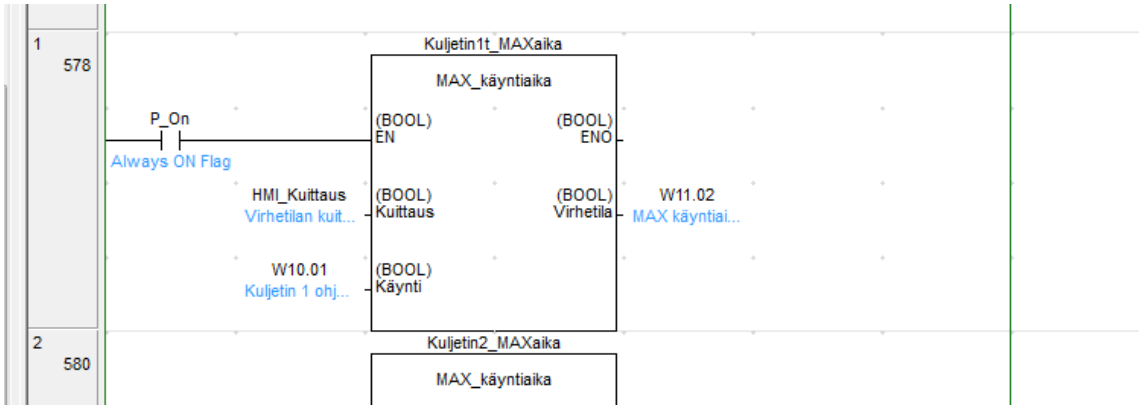
- tikapuukaavio (Ladder Diagram) (Diagram),
- toimilohkokaavio (Function Block Diagram) (Function Block),
- käskylista (Instruction List) (Mnemonics),
- sekvenssiohjaus (Sequential Function Charts). (Omron CX-Programmer aloitusopas.)

Työssä käytetty tikapuukaavio-ohjelmointi on logiikkaohjelmoinnissa yleisesti käytetty ohjelmointikieli (KUVA 8). Tikapuukaavio muistuttaa sähköpiirikaaviota, joka on yksi syy sen yleisyyteen. (Keinänen ym. 2007, 224). Kaavion vasen reuna vastaa piirikaavion virtakiskoa ja oikea reuna nollakiskoa. Kiskojen väliin muodostetaan ohjelma lisäämällä siihen koskettimia ja keloja. Kuvassa on esitetty kela ja sen tilaa ohjaava kosketin.



KUVA 8. Tikapuukaavio-ohjelmointia CX-Programmerilla

Toimilohkot ovat valmistajan tai ohjelmoijan laatimia funktioita, joita voidaan hyödyntää ohjelmoinnissa. Toimilohkot selkeyttävät ja nopeuttavat ohjelmointia, sillä niitä voidaan kutsua yhdellä käskyllä. Lohkoille määritetään tuloparametrit, joiden perusteella se ohjaa käyttäjän määrittämiä lähtöjä. Esimerkkinä toimilohko-ohjelmoinnista on kuljettimien käyntiajanvalvontaan laadittu toimilohko (KUVA 9).



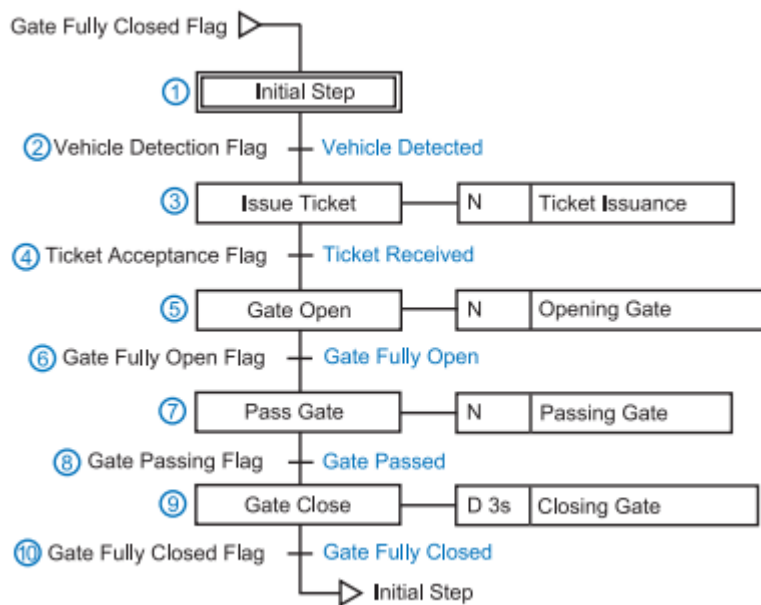
KUVA 9. Toimilohko-ohjelmointia CX-Programmerilla

Käskylistaohjelmassa ohjelma muodostetaan tekstikomennoilla (KUVA 10). Esimerkissä lähtöä ohjataan kahden koskettimen tilan perusteella. Lähtö ohjataan päälle, kun molemmat koskettimet ovat tilassa yksi. Tämä ohjelmointitapa on usein relekaaviota haastavampaa, mutta toisaalta sitä on usein helpompi soveltaa eri ohjelmoitaviin logiikkoihin.

Runq	Step	Instruction	Operand	Value	Comment
0	0	LD	IN_RAJA1		Eturaja 1
	1	AND	IN_RAJA2		Takaraja 1
	2	OUT	OUT_KULJETIN1		Kuljettimen 1 moottorin...

KUVA 10. Käskylistaohjelmointi esimerkki

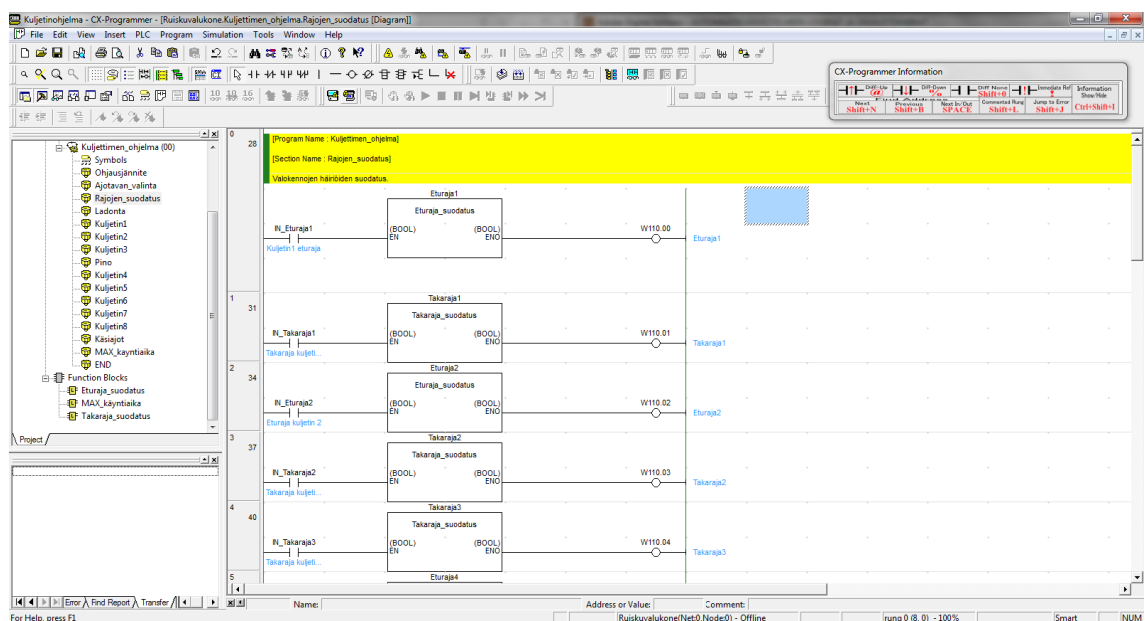
Sekvenssi ohjelmarakenteessa ohjelma koostuu askeleista, joista vain yksi on kerrallaan aktiivinen. Jokainen askel sisältää puolestaan sille määritellyt toimenpiteet ja siirtymisehdot. Kuvassa on esimerkkinä CX-Programmerilla toteutettu sekvenssiohjaus (KUVA 11). Ohjelma ohjaa pysäköintialueen porttia.



KUVA 11. SFC-ohjelmointi esimerkki (Omron sekvenssiohjausopas)

2.2.2 Kirjastot

Ohjelmistossa on käytettävissä toimilohkokirjasto, joka helpottavaa sovelluksen luontia. Kirjastosta löytyy esimerkiksi ajastin- (TIM), laskuri- (CNT) ja vertailutoimilohkot (CMP). Ohjelmistolla on myös mahdollista tehdä omia toimilohkoja (KUVA 12), jotka ovat hyödyllisiä tilanteissa, joissa sama toiminto tehdään useampaan kertaan eri kohdassa sovellusta. (CX-Programmer aloitusopas.)

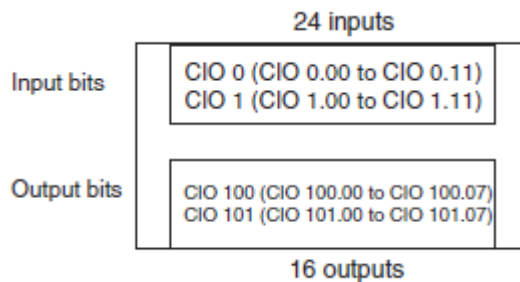


KUVA 12. CX-Programmer -ohjelmiston pääikkuna

2.2.3 Muistialueet

Omronin logiikoiden muistipaikat esitetään muodossa 0.00, jossa ensimmäinen luku esittää sanan numeron ja pisteen jälkeen kerrotaan, monesko bitti on kyseessä. CIO-, W-, D-, H-, TR-, T-, C-, A-muistialueilla käytetään kirjainta luvun edessä osoittamaan oikean muistialueen. CIO-muistialueen osoitteissa ei käytetä sanan edessä kirjainta. (Omron CP1L-logiikan Programming-käsikirja.)

CIO-muistialue on varattu tulojen lukuun, lähtöjen kirjoitukseen sekä lisäksi vapaita sanoja voidaan käyttää apumuistina. Tulo- ja lähtösanojen määräytyminen riippuu yksiköiden sijainnista sekä bittimääristä. Kuvassa esitetään opinnäytetyössä käytetyn Omronin CP1L-logiikan 40 I/O-pisteen käyttämä CIO-muistialue (KUVA 13).



KUVA 13. 40 I/O-pisteen muistinkäyttö CIO-alueella (Omron CP1L-logiikan Operation-käsikirja.)

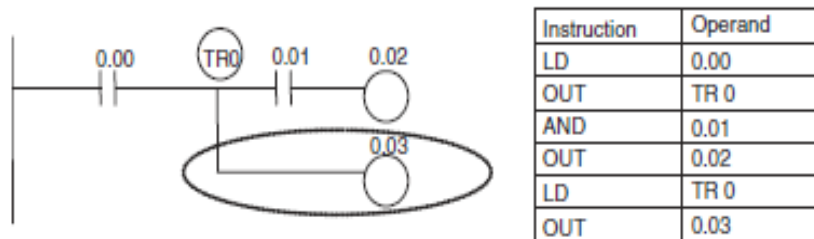
Sisäinen W-työmuistialue on 512 sanan kokoinen alueella W0-W511. Tyypillisesti ohjelmassa käytetään tätä muistialuetta apumuistina CIO-alueen vapaiden sanojen tilalla, koska CIO-alue varataan mahdollisien laajennusyksiköiden käyttöön. (Omron CP1L-logiikan Operation-käsikirja.)

D-muistialue on paristovarmennettua datamuistialuetta, jota käytetään tietojen tallentamiseen ja käsittelyyn. Aluetta voidaan käyttää ainoastaan sanamuotisen datan käsittelyyn. Omronin CP1L-EM40DT1-D-logiikalla alueen koko on D0:sta D32767:ään. (Omron CP1L-logiikan Operation-käsikirja.)

H-muistialue on paristovarmennettua apumuistialuetta, jota voidaan käyttää ohjelmoinnissa. Paristovarmennuksella vältetään muistialueen pyyhkiytyminen vaihdettaessa logii-

kan käyttötila ohjelmointi tilasta käynti- tai monitorointi-tilaan sekä lyhyissä sähkökatkoksissa. Alueen leveys on H0.00- H511.15. (Omron CP1L-logiikan Operation-käsikirja.)

TR-muistialue sisältää 16 bittiä alueella TR0-TR15. Muistia hyödynnetään väliaikaisapumuistina tilanteissa, joissa virtapiiri haarautuu ja halutaan hetkellisesti varastoida ON/OFF-tieto. TR-bitit havaitaan tyypillisesti tarkasteltaessa ohjelmaa käskylistamuodossa (KUVA 14). (Omron CP1L-logiikan Operation-käsikirja.)



KUVA 14. Esimerkki TR-muistialueen käytöstä (Omron CP1L-logiikan Operation-käsikirja.)

T-muistialue sisältää 4096 laskuria alueella T000-T4095. C-muistialue sisältää 4096 laskuria alueella C0000-C4095. Ohjelmassa ei saa käyttää samaa ajastinta tai laskuria kahta kertaa, sillä näillä on sama muistialue. A-muistialue on sisältää 960 sanaa osoitteissa A0-A959. Se sisältää erilaisia lippu- ohjausbittejä sekä sanoja. Yleisesti käytettyjä lippuja ovat esimerkiksi erilaiset varoitusliput. (Omron CP1L-logiikan Operation-käsikirja.)

2.3 Operointipaneeli

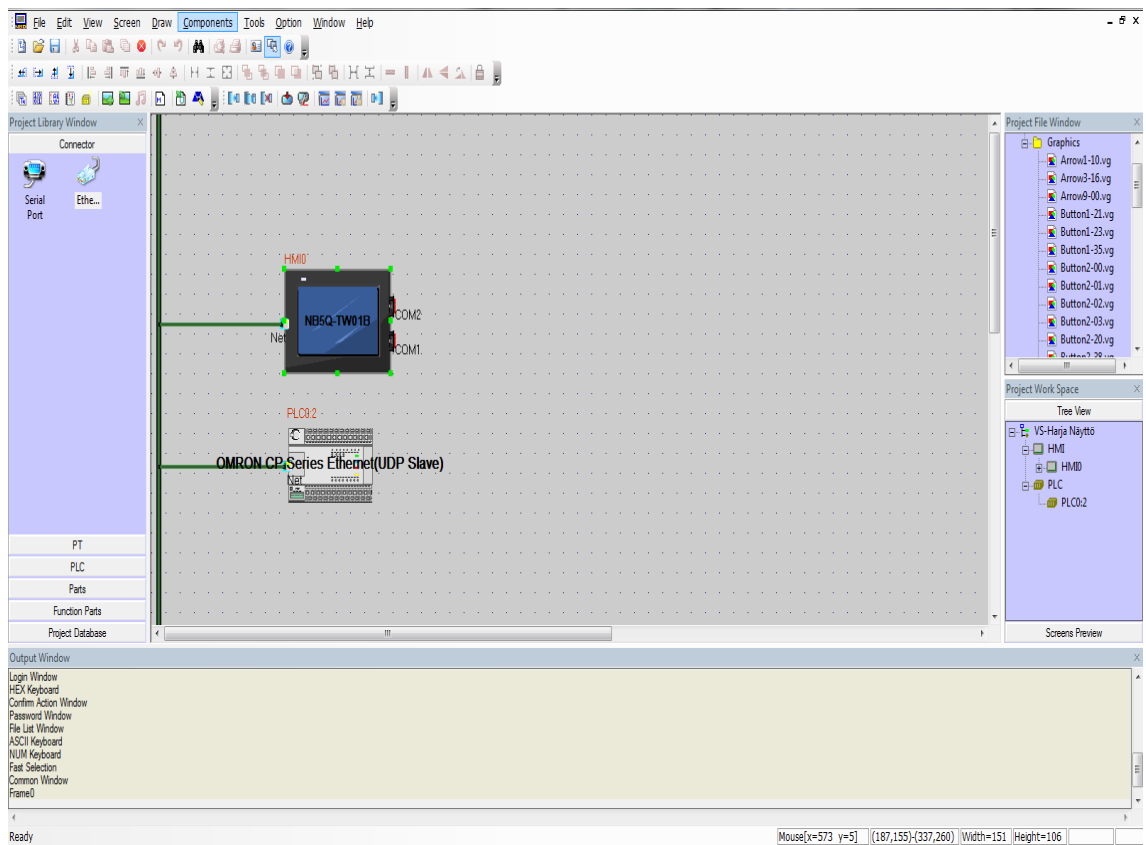
Ihmisen ja koneen välisenä rajapintana (HMI, Human Machine Interface) käytetään tyypillisesti operointipaneelia. Sillä voidaan operoida ohjattavaa prosessia näytön painikkeilla eli kosketusnäytöstä. Operoitava kohde voi olla esimerkiksi kuljetin tai nosturi. Operointipaneeli kytketään ohjelmoitavaan logiikkaan, jonka muistipaikkoja tai lähtöjä muuttamalla päästään ohjaamaan kentällä olevia laitteita. Ohjaamisen lisäksi operointipaneelilla voidaan monitoroida kenttälaitteiden tiloja ja mittaviestejä.

Opinnäytetyössä ohjelmoitavana käyttöpäätteenä on Omronin NB5Q värikosketusnäyttö (KUVA 15). Sillä on mahdollista luoda yksinkertainen käyttöliittymä prosessin hallintaan. Näytön koko on 5,6-tuumaa ja resoluutio 320 x 234 pikseliä. Sisäistä muistia on 128 Mt, jota käytetään itse ohjelman lisäksi erilaisten graafisten esitysten kuten valokuvien ja painonappien esittämiseen. Mallissa on Ethernet- ja USB-päälaiteportit, joiden avulla käyttöliittymää voidaan päivittää ja tiedonsiirto verkon kautta mahdollistuu. (Omron NB-Series Setup-käsikirja.)



KUVA 15. Omron NB5Q -näyttöpäätte (Omron datalehti NB5Q)

Omronin NB-käyttöliittymäsarjan näyttöjen ohjelmoimiseen käytetään NB-Designer ohjelmistoa (KUVA 16). Sovellus voidaan laatia valmiiksi ennen näytön hankintaa, mikäli tiedetään logiikan ja näytön mallit sekä niiden välinen liityntä.



KUVA 16. NB-Designerin pääikkuna

3 RUISKUVALUKONE, ROBOTTI JA LAATIKOINTISOLU

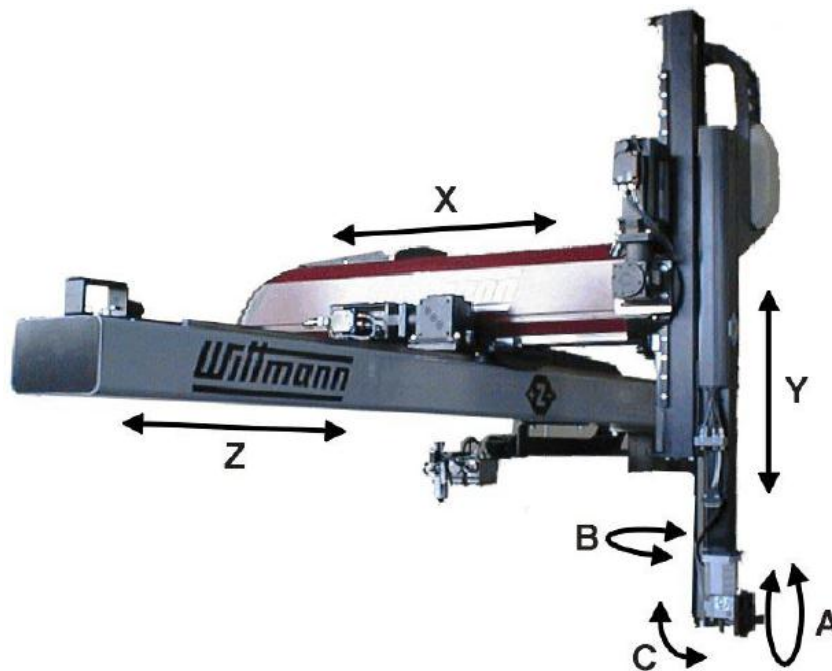
Kappaleessa esitellään yleisesti opinnäytetyön solun sisältämät laitteet. Ruiskuvalukoneen ohjelmaa ja tarkempaa toimintaa työssä ei käsitellä. Valmiita tuotteita latovan robotin rakenne, käyttötilat ja ohjelmat esitellään kappaleissa 3.2 ja 3.3. Solun kuljettimet esitellään solun layoutissa sekä sanallisesti.

3.1 Ruiskuvalukone ja robotti

Ruiskuvalua käytetään muovikappaleiden valmistuksessa erityisesti silloin, kun samaa tuotetta valmistetaan suurempia tuotantomääriä. Ruiskuvalukone valmistaa muoviesineitä sille määritellyn ohjelman ja muotin mukaisesti. Kone ruiskuttaa sulaa kestopuovia paineella muottipesään, johon muovi jähmettyy muotin muotoiseksi. Muotti avataan ja tuote poistuu muotista, jonka jälkeen muotti sulkeutuu uutta muoviraaka-aineen syöttöä varten. Ruiskuvaluprosessissa käytettyjä muovilaatuja ovat mm. polystyreeni, ABS, polyamidi, polypropeeni ja polyeteeni. Koneella voidaan valmistaa erilaisia tuotteita vaihtamalla muottia. Koneen toimintaa ohjaa logiikka, jonka avulla ajat, lämpötilat, iskunpitiudet ym. saadaan pidettyä haluttuina. (Nykänen 2015.)

Opinnäytetyössä ei ollut tarvetta puuttua ruiskuvalukoneen toimintaan sillä kaikki viestintä hoidettiin robotin kanssa. Ruiskuvalukone sekä robotti olivat jo käytössä ja laatikointisolulla haluttiin automatisoida tuotantoa kuljetinjärjestelmän osalta. Ennen kuljetinjärjestelmää laatikoiden vaihto oli tehtävä käsin.

Robotin tehtävänä on latioa ruiskuvalukoneen valmiit tuotteet haluttuun paikkaan. Solussa käytetty CNC-robotti oli tyypiltään Wittmann W832 (KUVA 17). Kuvasta on nähtävissä robotin akselit, joiden avulla mahdollistetaan kiertyvät ja suorakulmaiset liikkeet. Jokaisen akselin liikesuunta ilmaistaan kuvassa nuolien avulla.



KUVA 17. Wittmann W832-robotti (Wittmann-robotin käyttöohje 2014.)

3.1.1 Käyttötilat

Käyttötiloja robotilla on viisi, jotka jaetaan seuraaviin:

- Referenssi puuttuu (Reference Missing),
- Käsikäyttö (Manual),
- Referenssikäyttö (Reference),
- Automaattikäyttö (Automatic),
- Lohkopysäytys (Blockstop). (Wittmann-robotin käyttöohje 2014.)

Käynnistyksen jälkeen robotti on *Referenssi puuttuu*-tilassa. Tässä tilassa voidaan käyttää vain käsikäytön toimintoja. Muut toiminnot saadaan käyttöön, kun suoritetaan kalibrointi referenssiajoilla, jonka jälkeen numeeristen akselien asemat ovat oikeat. Käsikäytöllä kaikki robotin toiminnot ovat käytettävissä. Käyttötilanvalinta tehdään peruskäytössä hätäpysäytyslohkon painikkeista (KUVA 18). Lohko sisältää seuraavat painikkeet järjestyksessä vasemmalta oikealle:

- Ohjausjännite päälle,
- Referenssiajo,
- RVK: Robottikäyttö,
- Hätäpysäytys,

- Automaattitilan käynnistys,
- Lohkopysäytys ja
- Käsikäyttö/pysäytys. (Wittmann-robotin käyttöohje 2014.)

Referenssiajo-painikkeella valitaan referenssiajo, jossa päästään konfiguroimaan referenssi liikkeitä valutilassa. Ruiskuvalukoneen robottikäyttö -painikkeella valitaan käytetäänkö ruiskuvalukonetta ilman robottia. Automaattitilan käynnistys-painike käynnistää automaattiajon. Lohkopysäytys lopettaa automaattikäytön. Käsikäyttöpainiketta painettaessa automaattiajo pysäytetään ja vaihtaa robotin käsikäyttötilaan. Ohjausjännitepainike kytkee ohjausjännitteen päälle virtakytkimen kääntämisen tai hätäpysäytyksen jälkeen. (Wittmann-robotin käyttöohje 2014.)



KUVA 18. Hätäpysäytyslohkon painikkeet (Wittmann-robotin käyttöohje 2014.)

Referenssikäyttötilassa robotin ja sen lisälaitteet ajetaan referenssiasemiin eli ennalta määriteltuihin alkuasemiin, minkä jälkeen automaattiajo voidaan käynnistää. Akselit siirtyvät referenssiasemiin järjestyksessä Y-X-Z-C-A ja paineilman akselit 0-aseman rajakytkimille. Numeeriset akselit siirtyvät referenssimerkkiin ja asynkroniset akselit laskurin referenssimerkkiin. Kun robotti on valutilassa ja sille ei ole suoritettu referenssiajoa, niin se on aluksi siirrettävä käsikäyttöisesti pois valutilasta ja lisäksi B-akseli 0-asemaansa. Mikäli referenssien opetusohjelmien suoritusten jälkeen akselit eivät ole päässeet 0-asemiinsa tai robotilla ei ole ohjelmoituja referenssiajoja, akselit on siirrettävä manuaalisesti referenssiasemiinsa järjestyksessä Y-X-Z-C-A. (Wittmann-robotin käyttöohje 2014.)

3.1.2 Robotin ohjelmat

Robotin vakiotyyppinen opetusohjelma sisältää seuraavat osaohjelmat:

- Robottiohjelma (Robot Program),
- Lisälaitteohjelma (Peripheral Program),
- Robotin Referenssiohjelma (Robot Reference Program),
- Lisälaitteen referenssiohjelma (Peripheral Reference Program),
- Kaikkien käyttötilojen ohjelma (All Modes Program). (Wittmann-robotin käyttö-ohje 2014.)

Robotti ohjelmoidaan viemällä käsin robotti niiden liikkeiden ja toimintojen läpi, jotka sen halutaan tekevän automaattisessa käyttötilassa. Robottiohjelmalla ohjelmoidaan kaikki liikkeet ja toiminnot, jotka suoritetaan *automaatti*-käyttötilassa. Lisälaitteohjelmalla hallitaan kaikkien lisälaitteiden vaihteita, jotka käynnistetään ja suoritetaan rinnakkaisesti robottiohjelmassa. Robotin referenssiohjelma sisältää kaikki liikkeet ja toiminnot, jotka suoritetaan referenssiajon aikana. Lisälaitte referenssiohjelma ohjaa lisälaitteiden liikkeitä referenssiajon aikana. Tämä suoritetaan rinnakkain robotin referenssiohjelman kanssa. Kaikkien tilojen ohjelma ohjaa lisälaitteiden liikkeitä ja toimintoja Automaatti-, Käsikäyttö-, Referenssi- tai Lohkopysäytystilassa. Kaikkien tilojen ohjelma käynnistetään käsikäyttöisesti tai robotti-, lisälaitte- tai jostain osaohjelmasta. (Wittmann-robotin käyttöohje 2014.)

Osaohjelmat ohjelmoidaan tyypillisesti online-editorilla. Ohjelma luodaan siirtymällä eri akseliasemiin ja se voidaan testata ja optimoida välittömästi. Offline-editorilla opetusohjelma luodaan ja muokataan ilman robotin liikkeitä, jolloin robotti käsittelee toista ohjelmaa pääsuorittimellaan. Tällöin akselien asemia ei voida antaa. *Offline*-tilassa tehdyt muutokset on konvertoitava online-tilaan ennen siirtoa pääsuorittimelle. (Wittmann-robotin käyttöohje 2014.)

Robotin opetusohjelma sisältää ladontatoiminnon, joka laskee automaattisesti useita ladontasijainteja. Tällä vältetään jokaisen ladontasijainnin ohjelmointi erikseen. R8-ohjaus mahdollistaa seuraavat ladontavaihtoehdot:

- 16 vapaasti määriteltävää ladontaohjelmaa,
- korkeintaan 6 erilaista ladontasekvenssiä,
- korkeintaan 6 erilaista akselin sekvenssiä

- ladontasijaintien lähestyminen 3D-toiminnoilla,
- ohjelmoitava laatikon korkeus 3D-lähestymisessä,
- ohjelmoitava siirto ja
- asetus pinoantureille säädettävällä nopeudella. (Wittmann-robotin käyttöohje 2014.)

Ladontatoiminnon luonnissa määritetään ensimmäisen osan ladontasijainti ladontasekvenssissä. Ladontamallin määrittämisessä annetaan kunkin akselin suuntaan joko toisen tai viimeisen osan sijainti, josta sijainti lasketaan suhteellisena etäisyytenä ensimmäiseen ladontasijaintiin. Lisäksi annetaan kyseisen akselin suuntaan asetettavien osien määrä, ladontajärjestys ja lähestymisohjeet, jotta robotti ei kulje ladottavan laatikon läpi. (Wittmann-robotin käyttöohje 2014)

Opetettu ohjelma suoritetaan komento komennolta järjestyksessä alkaen riviltä nro. 0001. Tarvittaessa voidaan käyttää JMP (hyppy) -komentoa, jolla voidaan hypätä haluttuun kohteeseen. Kohde merkitään lipulla. IF-ELSIF-ELSE-ENDIF-komennoilla voidaan valita suoritetaanko ohjelman osat vai ei. ANR- ja OR-toiminnoilla voidaan komennoille antaa useampia hyppyehdoja. Jokainen ohjelma on päätettävä END-ohjeistuksella, jotta lisäohjelmien tahaton suoritus vältetään. Robottiohjelma ja kaikkien tilojen ohjelma jatkaa ohjelmarivistä nro. 0001, kun END-komento on käsitelty. (Wittmann-robotin käyttöohje 2014.)

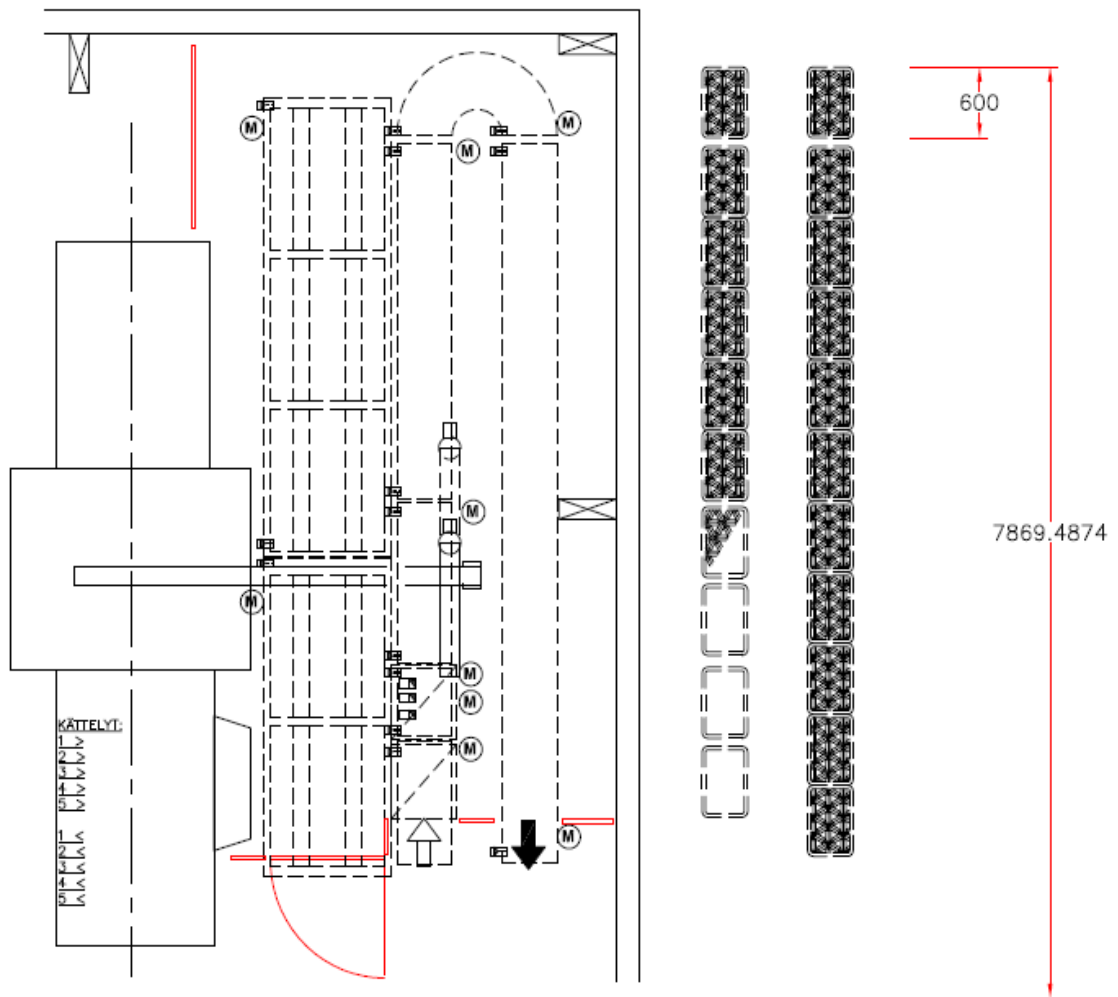
CALL-SUBR-RET (kutsu-aliohjelma-paluu) – komennoilla voidaan rakentaa ohjelma aliohjelmista. Rakenteisen ohjelman etuina on lyhyenä ja selkeänä pysyvä pääohjelma. Aliohjelmat voivat kutsua myös toisia aliohjelmia. (Wittmann-robotin käyttöohje 2014.)

3.2 Laatikointisolu

Laatikointisolun tehtävänä on siirtää tyhjiä laatikoita ladontaan ja täydet eteenpäin puskuriin, josta ne voidaan varastoida eteenpäin. Solu sisältää kaksi eri linjastoa kahdelle erikokoiselle laatikolle. Työssä linjat on nimetty lava- ja laatikkokuljettimiksi. Lavakuljettimella voidaan käyttää suurempia laatikoita ja sen myötä lataa useampia kappaleita yhteen laatikkoon. Toisaalta lavalinjasto sisältää vain kaksi kuljetinta ja sen vuoksi niille mahtuu kerralla vain kolme lavaa. Erityispiirre lavakuljettimilla on se, että niitä voidaan

ajaa molempiin suuntiin, jolla mahdollistetaan ajon jatkuminen laatikkopuskurin täyttyessä. Tämä koskee siis tilannetta, kun ajetaan laatikkolinjastolla ja puskuri täyttyy. Laatikokuljettimia on kuusi, joita voidaan ajaa vain eteenpäin. Puskureilla tavoitellaan sitä, että solu voisi toimia itsenäisesti mahdollisimman pitkän ajan eli käytännössä yhden vuoron ajan. Esimerkiksi illalla käynnistetty linjasto voi toimia itsenäisesti yön yli ja työntekijät voivat tyhjentää linjaston seuraavana aamuna.

Opinnäytetyön aikana laatikointisolun mekaaninen rakenne ei ollut vielä valmis ja näin ollen muutokset ovat mahdollisia myös automaation osalta. Työn suunnittelussa käytetystä luonnoksesta selviää kuitenkin solun perusrakenne (KUVA 19). Kuvassa vasemmalla on ruiskuvalukone ja robotti, joka lataa valmiit kappaleet laatikkoon. Lavakuljettimet sijaitsevat ruiskuvalukoneen vieressä. Kuvaan on piirretty kolme lavaa, joista kuvassa ylin on ladontapaikalla. Laatikokuljettimet sijaitsevat lavakuljettimen oikealla puolella ja linjasto sisältää lisäksi pinon, joka syöttää tyhjiä laatikoita ladontaan.



KUVA 19. Laatikointisolu (Bravida Oy)

3.2.1 Kuljettimet

Laatikointisolu sisältää kaikkiaan kahdeksan kuljetinta, joista kahta käytetään lavojen siirtämiseen ja muita laatikoiden siirtämiseen. Jokaiselle kuljettimella käytetään taajuusmuuttajia (KUVA 20), joilla liikkeistä saadaan pehmeitä ja nopeus tarkaksi. (Keinänen ym. 2007, 212.)



KUVA 20. Emerson M300-taajuusmuuttaja (Emerson M-300 taajuusmuuttaja)

Lavakuljettimia voidaan ohjata myös taaksepäin ja pinon alla olevaa kuljetinta voidaan liikuttaa myös pystysuunnassa.

3.2.2 Pino

Laatikkolinjastolle syötetään tyhjiä laatikoita pinosta, kun ladonta on saatu valmiiksi eli laatikko on täynnä tuotteita. Pinoa ohjataan kahden sylinterin avustuksella, joita nimitetään ohjelmassa vapautus- ja irrotus-sylintereiksi. Vapautussylinteri on tarttuja, joka pitää laatikkopinoa paikallaan tarttujakynsillä. Irrotussylinterillä varmistetaan laatikon putoaminen laatikon syötössä siten, että alinta laatikkoa lyödään pudotusvaiheessa.

Pinon täytössä linjaston ensimmäisellä kuljettimella siirretään yksittäisen laatikon sijasta laatikkonippu. Laatikkonipun nosto pinoon tapahtuu pinon alla olevan kuljettimen avulla,

mitä voidaan nostaa ja laskea moottorin avulla. Laatikkonippu nostetaan korkeuteen, jossa tarttujankynnet tarraavat alimpaan laatikkoon. Kuljettimen asema nostossa tunnistetaan kolmen induktiivisen anturin avulla. Laatikon syötössä kuljetin nostetaan ylös ja pino vapauttaa alimman laatikon kuljettimelle.

3.2.3 Viestintä robotin kanssa

Robotille on mahdollista lisätä oheislaitteita (Peripherals), kuten esimerkiksi kuljettimia. Oheislaitteiden lähtöjä voidaan ohjata päälle ja pois halutulla hetkellä. Lisäksi oheislaitetuloja on mahdollista hyödyntää ohjelmissa. (Wittmann-robotin käyttöohje 2014.)

Työssä robotin lisälaitelähdöllä ilmaistaan ladonnan valmistuminen, jolloin linjasto siirtää täyden laatikon eteenpäin puskuriin ja toimittaa uuden laatikon ladontaa varten. Robotin lisälaitelähtö kytketään kuljettimia ohjaavan ohjelmoitavan logiikan tuloon. Tulon tilaa seurataan ohjelmassa jatkuvasti. Lisälaitetuloilla robotti saa tiedon, että tyhjä laatikko on paikallaan ja ladonta voi alkaa. Lisäksi linjaston vaihdosta viedään tieto robotille. Lisälaitetuloihin kytketään solussa ohjelmoitavan logiikan lähdöt.

3.2.4 Turvatoiminnot

Koneautomaatiolaitteiden turvallisuutta pyritään lisäämään erilaisilla suojausmenetelmillä niin käyttäjien kuin aineellisten menetysten välttämiseksi. Tärkeimpiä komponentteja ovat turvakytkimet, jotka voivat olla esimerkiksi ovissa tai luukuissa, sekä valoverhot avoimissa kohteissa. Lisäksi koneiden läheisyyteen tulee sijoittaa hätäseis-kytkimet. Tyyppillisesti nämä turvakomponentit kytketään turvareleeseen tai turvalogiikkaan, joka katkaisee virtapiiriin estääkseen vahingot. Turvareleeseen kytkettävät turvakomponentit ovat avautuvin koskettimin varustettuja ja kytkemällä ne sarjaan saadaan muodostettua turvapiiri, jolloin mikä tahansa katkaisee turvareleeseen ohjausvirtapiirin. (Keinänen ym. 2007, 212.)

Opinnäytetyön laatikointisolussa käytetään Omronin G9SB-sarjan turvareleitä (KUVA 21), joista toinen sisältää kaksi ja toinen kolme turvaliitaintä. Molemmissa releissä on manuaalinen nollausyksikkö.



KUVA 21. Omron G9SB-turvarele (Omron datalehti G9SB.)

Robotin akseleiden liikuttaminen käsikäytössä on mahdollista ainoastaan, kun valintakytkin on MANUAL SET UP -asennossa ja käsiohjaimen alareunan turvanäppäin on painettu. Jokaisen liikkeenvaihdon jälkeen turvanäppäin on vapautettava ja painettava uudelleen, jotta liikkeen suorittaminen mahdollistuu. Turvapor-teilla ja turvamoduuleilla taataan, että kukaan ei ole vaarallisella alueella robotin olleessa automaattisessa käyttötilassa. Lisäturvana robotin ohjelmisto valvoo jatkuvasti rullakytkimien kytkentäpisteitä, joilla havaitaan ajoissa virhetoiminnot ja estetään törmäykset ruiskuvalukoneen muotin kanssa. (Wittmann-robotin käyttöohje 2014.)

R8-ohjaimella voidaan asettaa jokaiselle opetusohjelmalle turva-alueet estämään robotin törmäykset. Käyttötilassa Referenssi-puuttuu toiminto ei luonnollisesti ole käytössä. Turva-alueet luodaan limittäisillä laatikonmuotoisilla hyväksytyillä alueilla, joilla robotti saa liikkua. Robotti laukaisee virheviestin ylittäessään sallitun alueen. (Wittmann-robotin käyttöohje 2014.)

Laatikointisolun ympärillä on kulkuesteet, jotka estävät pääsyn vaara-alueella. Vaara-alueita valvotaan valoverhoilla, jotka laukaisevat HÄTÄ-SEIS toiminnon havaitessaan liikettä tunnistusalueella.

4 OHJELMAN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Varsinainen opinnäytetyöhön kuulunut työn osuus esitellään tässä kappaleessa. Työ aloitettiin I/O-luettelon määrittämisellä, jonka perusteella logiikkaohjelmaa pystyttiin lähemmään suunnittelemaan. Logiikkasovellusta ei kappaleessa käsitellä rivi riviltä, koska ohjelmassa käytetään paljon samoja toimintoja eikä niitä ole hyödyllistä esitellä useita kertoja. Lisäksi kappaleessa esitellään, kuinka solun operointipaneeli ohjelmointiin.

4.1 Solun I/O-luettelon määrittäminen

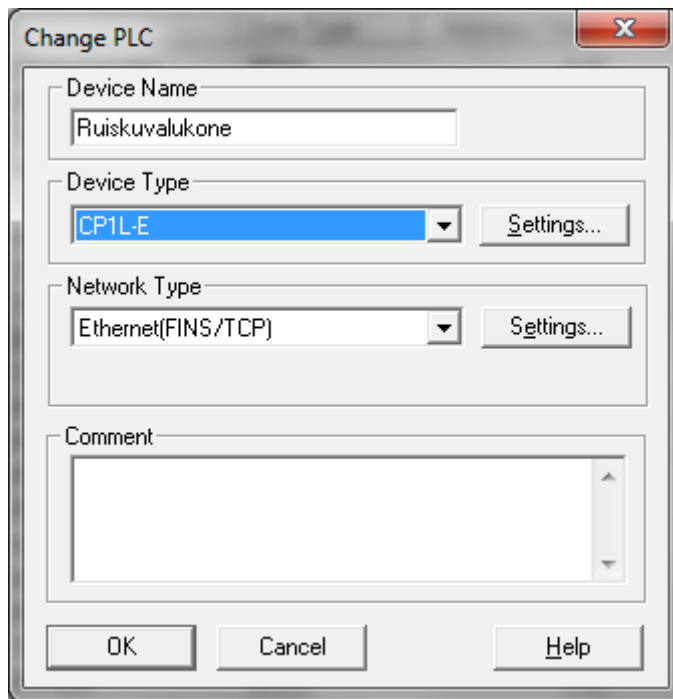
I/O-luettelo on yksi tärkeimmistä dokumenteista, sillä siitä ilmenee kaikki ohjelmoitavan logiikan käytössä olevat tulot ja lähdöt. I/O-luettelon avulla voidaan alkaa suunnittelemaan varsinaista logiikkasovellusta. Luetteloa päivitetään muutosten ja lisäysten yhteydessä, jotta se pysyy ajan tasalla. Luetteloa voidaan hyödyntää suunnittelun jälkeen esimerkiksi vianetsinnässä.

Varsinainen opinnäytetyöhön kuulunut työnosuus aloitettiin I/O-luettelon määrittämisellä (LIITE 1). Koska työtä tehdessä solun mekaanisen rakenteen suunnittelu ei ollut vielä valmis, ovat käytettyjen tulojen ja lähtöjen määrän muutokset mahdollisia. Kuitenkin muutokset tulevat olemaan sen verran pieniä, että ohjelman suunnittelu oli järkevää aloittaa. Mahdollisina muutoskohtina pidettiin pinoa ja laatikkolinjaston linjanvaihtokuljetinta. I/O-luettelo määritettiin solun layoutin (KUVA 19) ja Bravida Oy:n henkilöstön ohjeiden perusteella. Työssä ei käytetty lainkaan analogiatuloja tai -lähtöjä.

4.2 Logiikkasovellus

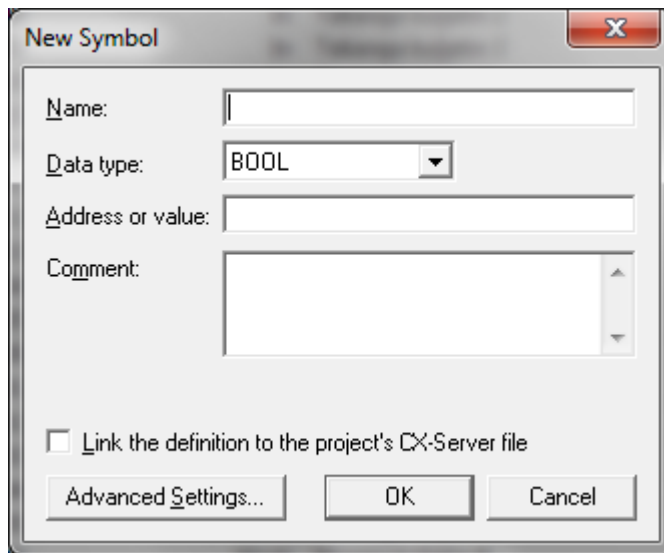
I/O-luettelon määrittämisen jälkeen aloitettiin logiikkasovelluksen ohjelmointi. Omronin CP1L-logiikan ohjelmointi tehtiin aiemmin esitellyllä CX-Programmer ohjelmistolla. Sovellusta ei haluttu toteutettavan sekvenssiohjausperiaatteella eli askeltavalla ohjauksella, vaan jokainen kuljetin sai pyöriä käyntiehtojen täytyessä. Tavoitteena oli saada sovelluksesta mahdollisimman hyvin luettava ja helposti muokattava, jonka vuoksi ohjelma paloiteltiin pienempiin osiin siten, että jokainen kuljetin ja pino muodostivat oman blokin (Section).

Sovelluksen tekeminen CX-Programmerilla alkoi uuden projektin luomisella, johon määritettiin käytetyn logiikan CPU (KUVA 22). Sovelluksen tekemiseen ei tarvita varsinaista logiikkaa lainkaan, vaan riittää tieto käytettävän logiikan mallista.



KUVA 22. Projektin luonti CX-Programmerilla

I/O-luettelon avulla voitiin tuloista ja lähdöistä luoda symboleja CX-Programmerin Symbols-taulukkoon. Symboleiden käytöllä helpotetaan ohjelman luontia ja lisäksi se parantaa oikein käytettynä ohjelman luettavuutta. Uudelle symbolille annetaan nimi, datatyyppi, osoite ja kommentti (KUVA 23). I/O-tietojen lisäksi symbolitaulukkoon määritettiin sovelluksessa käytettäviä apumuistipaikkoja ja luotujen toimilohkojen käyttöä.



KUVA 23. Symbolin luonti CX-Programmerissa

Symbolit pyrittiin nimeämään lyhyesti ja mahdollisimman kuvaavaksi, jotta ohjelma olisi mahdollisimman hyvin luettavissa (KUVA 24). Tuloille käytettiin etuliitettä IN_, lähdöille etuliitettä OUT_ ja operointipaneelin symboleille etuliitettä HMI_, millä nimestä saatiin entistäkin selkeämpi.

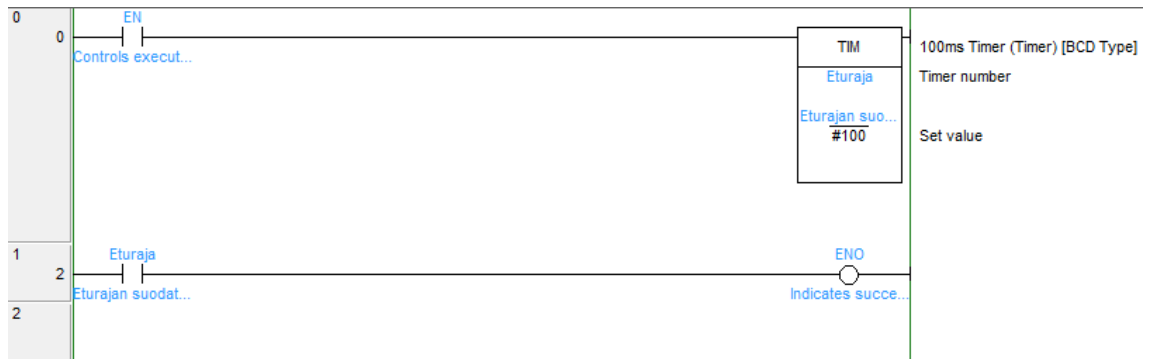
Name	Data Type	Address / Value	Rack Locati...	Usage	Comment
• IN_Eturaja1	BOOL	0.05		In	Kuljetin1 eturaja
• IN_Takaraja1	BOOL	0.06		In	Takaraja kuljetin1
• IN_Eturaja2	BOOL	0.07		In	Eturaja kuljetin 2
• IN_Takaraja2	BOOL	0.08		In	Takaraja kuljetin 2
• IN_Takaraja3	BOOL	0.09		In	Takaraja kuljetin 3
• IN_Eturaja4	BOOL	0.10		In	Eturaja kuljetin 4
• IN_Takaraja4	BOOL	0.11		In	Takaraja kuljetin 4
• IN_Pino_ala	BOOL	1.00		In	Kuljetin 4 alarajalla
• IN_Pino_keski	BOOL	1.01		In	Kuljetin 4 keskirajalla
• IN_Pino_yla	BOOL	1.02		In	Kuljetin 4 ylarajalla

KUVA 24. Esimerkki symbolitaulukosta

Tärkein asia sovelluksen luonnissa oli varmistua siitä, että turvaehdot täyttyvät ennen liikkeiden suorittamista. Turvareleyksikkö turvapiireineen katkaisee häiriötilanteessa logiikan ohjausjännitteen mekaanisesti. Ohjausjännitteen katkeaminen ei saa aiheuttaa logiikassa virhetilanteita. Ohjausjännite vaaditaan solun jokaisessa toiminnossa eli ilman sitä yhtäkään laitetta ei ohjata solussa.

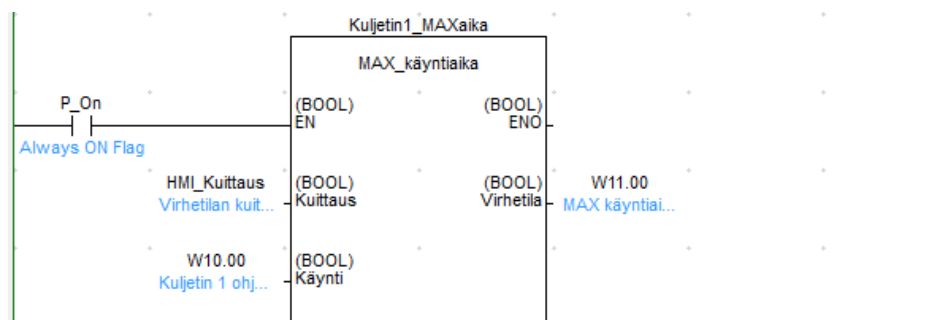
Sovelluksen luonnissa hyödynnettiin mahdollisuutta luoda omia toimilohkoja. Toimilohkoilla voidaan toteuttaa helposti usein toistuva ohjelman osa. Työssä toimilohkoilla tehtiin rajojen eli valokennojen suodatus sekä kuljettimien käyntiajanvalvonta. Valokenno-

jen häiriöiden poistamiseksi sovellukseen laadittiin rajojen suodatus (KUVA 25). Toimilohkoja käyttämällä voidaan suodatusaika muuttaa yhdestä paikasta. Suodatus toteutettiin ajastimen avulla, jolla estetään valokennon virhetunnistukset viiveen avulla. Kuljettimien etu- ja takarajoille laadittiin omat toimilohkot suodatukseseen, koska niissä haluttiin käyttää eri suodatusaikoja.



KUVA 25. Toimilohko kuljettimien rajojen suodatukseseen

Sovelluksessa toimilohko kuvataan laatikkona, johon määritetään tulot ja lähdöt (KUVA 26). Kuljettimien käyntiajanvalvonnassa tuloina olivat kuljettimen käyntitieto ja operointipaneelilta tehtävä kuittaus. Toimilohkon suoritus asetettiin jatkuvaksi, jolloin EN-tu- loon laitettiin *aina-päällä*-lippu. Ohjelmoinnin helpottamisen lisäksi toimilohkot selkeyttävät ohjelmaa.



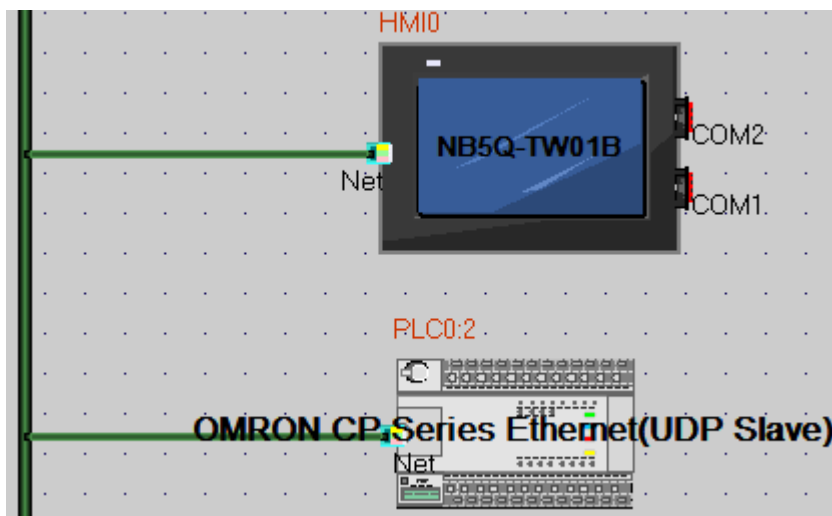
KUVA 26. Esimerkki toimilohkon käytöstä

Opinnäytetyön aikana suunniteltu logiikkasovellus löytyy kokonaisuudessaan liitteistä (LIITE 2). Ohjelman toimintaa testattiin CX-Programmerin simulointi toiminnolla, mutta varsinaisessa solussa ohjelmaa ei ehditty testata projektin aikataulun venymisen johdosta.

4.3 Operointipaneelin ohjelmointi

Operointipaneeli ohjelmoitiin aiemmin esitellyllä NB-Designerilla. NB-sarjan näyttöjen ominaisuudet riittivät hyvin solun toimintoihin. Koska näyttö oli vain 5,6 tuuman kokoinen, ei siihen haluttu lisätä suurta määrää toimintoja. Vaaditut toiminnot näytölle olivat ajotavan valinta, käsiajot sekä virheilmoitukset. Näytön ulkoasu tehtiin työn teettäjän toiveiden mukaan.

Näytön ohjelmointi aloitettiin määrittämällä käytettävä logiikka, operointipaneeli sekä käytetty liitântatapa, joka oli tässä tapauksessa Ethernet (KUVA 27). Logiikan muistin bittien tiloja päästään muuttamaan bitinohjauspainikkeilla (Bit Button). Painikkeelle määritettiin osoite, johon se kirjoittaa. Työssä ohjattiin logiikan W-muistialuetta. Lisäksi painikkeelle määritettiin toimintatapa (Action Type), jotka työssä olivat itsepalautuva (Momentary) ja vaihto-toiminto (Alternate). Itsepalautuva painike on päällä niin kauan kuin painiketta painetaan ja vaihto-painike taas vaihtaa asentoa toiseen jokaisella painallus kerralla.



KUVA 27. Operointipaneelin, logiikan ja yhteysasetusten valinnat

Logiikan muistin bittien tiloja ilmaistaan näytöllä bittilampulla (Bit Lamp). Lampulle määritettiin osoite, jonka tilaa se lukee. Työssä seurattiin logiikan W-muistialueen tiloja. Näytön pääikkunalta käyttäjä pääsee siirtymään automaatti- tai käsiajoihin (KUVA 28). Automaattiajossa käyttäjä pääsee valitsemaan ajotavaksi automaattiajon ja lisäksi joko lava- tai laatikkoajon.



KUVA 28. Operointipaneelin pääikkuna

Käsiäjoihin lisättiin mahdollisuus ohjata yksittäisiä kuljettimia sekä pinoa (KUVA 29). Näytön painikkeet kirjoittavat suoraan logiikan W-muistialueelle, jotka taas on lisätty logiikkaohjelmaan. Logiikkasovelluksen muistia luetaan näytön indikaattoreilla, josta esimerkkinä kuvassa on käsiajon ilmaiseva indikaattori.



KUVA 29. Käsiajopainikkeet kuljettimelle yksi

Hälytysikkunat tehtiin ponnahtusikkunoilla, jotta ne avautuvat automaattisesti. Ponnahtusikkunat luotiin NB-desingerin Direct Screen -toiminnolla, jossa ikkunalle määritettiin ponnahtusehto eli milloin ikkuna aukeaa näytölle. *Hätä-seis*-ikkunoiden lisäksi kuljettimien käyntiajan ylittymisestä tehtiin ponnahtusikkuna.

5 POHDINTA

Tavoitteena oli suunnitella laatikointisolun kuljetinjärjestelmän logiikan ja näytön ohjelmat. Logiikkasovelluksen ohjelmoinnissa tavoitteena oli tehdä ohjelmasta mahdollisimman selkeä ja helposti muokattava. Tästä johtuen ohjelma pilkottiin pienempiin osiin. Tärkeää oli myös suunnitella ohjelmasta mahdollisimman häiriökestoinen.

Työssä ohjelmat saatiin laadittua, mutta ilman käyttöönottoa ei kunnollista analyysiä logiikkaohjelman hyvyydestä voida tehdä. Kuitenkin työ oli erittäin opettavainen ja mahdollisti koulussa opitun teorian soveltamista käytäntöön. Suunnittelun aikana kävi hyvin ilmi, kuinka todelliset projektit tuovat suunnitteluun lisähaasteita projektin muutoksien ja venymisen johdosta.

Työstä oli kuitenkin hyötyä sekä työn teettäjälle kuin työntekijälle, joten työn tavoitteisiin päästiin. Tulevaisuudessa ohjelman toimintaa voidaan kehittää esimerkiksi vikasietoisemmaksi erilaisilla virhetilanteiden valvonnoilla. Toinen kehityskohta voisi olla lisätä robotin ja kuljettimenlogiikan välistä kommunikaatiota. Käyttöliittymän kehittämistä rajoittaa näytön koko sekä sen ominaisuudet, koska NB-Designerin toiminnot ovat melko suppeat.

LÄHTEET

CX-Programmer aloitusopas. CX-Programmer Introduction Guide pdf. Luettu 30.3.2016. http://www.fa.omron.com.cn/data_pdf/mnu/r132-e1-05_cx-programmer.pdf?id=1605.

Emerson M-300 taajuusmuuttaja. Emerson Industrial Automation. Luettu 4.4.2016. http://www.emersonindustrial.com/en-EN/documentcenter/ControlTechniques/Brochures/unidrive_m300_brochure.pdf

IEC 61131-3 ohjelmointikielet. IEC 61131-3: a standard programming resource. 2013. Luettu 30.3.2016. <http://www.oacg.co.uk/plcopen.pdf>

Keinänen, T., Kärkkäinen, P., Lähetkangas, M. & Sumujärvi, M. 2007. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit 2007.

Logiikkaohjelmointi ja CX-One pdf. PLC-ohjelmoinnin koulutusaineisto. Tampereen ammattikorkeakoulu. Viitattu 21.1.2016

Murr tuloblokki. Murr Electronic jakelujärjestelmät. Luettu 30.3.2016 http://www.ics-sci.com/Catalogs/Murr/1_12.pdf

Nykänen S. & Höök T. 2015. Kestomuottivalun suunnittelu. Valuatlas. Luettu 14.2.2016. <http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/ruiskuvaluprosessi.pdf>

Omron CP1L-logiikan Operation käsikirja. Omron CP1L-EL/EM CPU Unit Operational Manual. Luettu 20.1.2016. [http://industrial.omron.com.br/uploads/arquivos/W516-E1-01+CP1L-EL\(M\)+UsersManual.pdf](http://industrial.omron.com.br/uploads/arquivos/W516-E1-01+CP1L-EL(M)+UsersManual.pdf)

Omron CP1L-logiikan Programming-käsikirja. Omron CP1H/CP1L CPU Unit Programming Manual. Luettu 30.3.2016 [http://industrial.omron.com.br/uploads/arquivos/CP1L\(H\)_2007_W451-E1-03_PROG-RAMACAO.pdf](http://industrial.omron.com.br/uploads/arquivos/CP1L(H)_2007_W451-E1-03_PROG-RAMACAO.pdf)

Omron CX-One aloitusopas. CX-ONE Introduction Guide pdf. Luettu 20.1.2016. http://www.fa.omron.com.cn/data_pdf/mnu/r145-e1-04_cx-one.pdf?id=1605

Omron datalehdet. Industrial Omron verkkosivut.

Omron CP1L and cp1w-ts101 datasheet. Industrial Omron. Luettu 30.3.2016. http://www.zomel.open.hr/pdf_indust/P20E-EN-01+CP1L+Datasheet.pdf.

Omron CP1W datasheet. Industrial Omron. Luettu 30.3.2016. <http://www.farnell.com/datasheets/1669648.pdf>.

Omron E3F1 datasheet. Industrial Omron. Luettu 30.3.2016. http://www.soselectronic.hu/a_info/resource/Omron/E3F1.pdf

Omron G9SB datasheet. Industrial Omron. Luettu 30.3.2016.
<http://industrial.omron.com.br/uploads/arquivos/G9SB.pdf>

Omron NB5Q datasheet. Industrial Omron. Luettu 30.3.2016.
http://industrial.omron.com.br/uploads/arquivos/nb_v412_csm1002572.pdf

Omron s8vk-g 12024 datasheet. Industrial Omron. Luettu 30.3.2016.
http://www.omronkft.hu/pdf_en/s8vk_g.pdf.

Omron NB-Series Setup-käsikirja. Omron Programmable Terminals Setup Manual. Luettu 30.3.2016. <http://www.omronkft.hu/nostree/pdfs/nb/v107-e1-08.pdf>

Omron sekvenssiohjausopas. Omron SFC Introduction Guide. Luettu 30.3.2016.
http://www.fa.omron.com.cn/data_pdf/mnu/r149-e1-03_sfc.pdf?id=1605

Wittmann-robotin käyttöohje 2014. Wittmann 8.3 User Manual pdf. Luettu 21.1.2016.
http://www.wittmann-group.com/uploads/tx_wpsidebar/Robots_english_lowres_2015-09.pdf

LIITTEET

Liite 1. Kuljetinjärjestelmän IO-luettelo

I/O-luettelo

Tulot	CIO	Lähdöt	CIO	I/O-laajennus Tulot	CIO	I/O-laajennus Lähdöt	CIO
Ohjausjännite	0.00	Pudotuslupa	100.00	Eturaja kuljetin 5	2.00	Kuljetin 5 eteen	102.00
Ohjausjännite34	0.01	Linjan vaihto	100.01	Takaraja kuljetin 5	2.01	Kuljetin 6 eteen	102.01
Täysilaatikko	0.02	vara	100.02	Eturaja kuljetin 6	2.02	Kuljetin 7 eteen	102.02
vara	0.03	vara	100.03	Takaraja kuljetin 6	2.03	Kuljetin 7 ylös	102.03
vara	0.04	Kuljetin 1 eteen	100.04	Eturaja kuljetin 7	2.04	Kuljetin 8 eteen	102.04
Eturaja kuljetin 1	0.05	Kuljetin 1 taakse	100.05	Takaraja kuljetin 7	2.05	vara	102.05
Takaraja kuljetin 1	0.06	Kuljetin 2 eteen	100.06	Eturaja kuljetin 8	2.06	vara	102.06
Eturaja kuljetin 2	0.07	Kuljetin 2 taakse	100.07	Takaraja kuljetin 8	2.07	vara	102.07
Takaraja kuljetin 2	0.08	Kuljetin 3 eteen	101.00	vara	2.08		
Takaraja kuljetin 3	0.09	Kuljetin 4 eteen	101.01	vara	2.09		
Eturaja kuljetin 4	0.10	Kuljetin 4 ylös	101.02	vara	2.10		
Takaraja kuljetin 4	0.11	Kuljetin 4 alas	101.03	vara	2.11		
Pino alaraja	1.00	Pino tarttuja	101.04				
Pino keskiraja	1.01	Pino irrottaja	101.05				
Pino yläraja	1.02	vara	101.06				
Pino tunnistus	1.03	vara	101.07				
Vapautusylinteriraja	1.04						
Irrotussynteriraja	1.05						
vara	1.06						
vara	1.07						
vara	1.08						
vara	1.09						
vara	1.10						
vara	1.11						

Liite 2. Logiikkasovellus

1(25)

Symbolit

Name	Data Type	Address /...	Rack Lo...Usa...Comment
IN_Ohjausjännite	BOOL	0.00	In Ohjausjännite
IN_Ohjausjännite2	BOOL	0.01	In Ohjausjännite kuljetin ...
IN_Taysilaatikko	BOOL	0.02	In Robotti valmis
IN_Eturaja1	BOOL	0.05	In Kuljetin1 eturaja
IN_Takaraja1	BOOL	0.06	In Takaraja kuljetin1
IN_Eturaja2	BOOL	0.07	In Eturaja kuljetin 2
IN_Takaraja2	BOOL	0.08	In Takaraja kuljetin 2
IN_Takaraja3	BOOL	0.09	In Takaraja kuljetin 3
IN_Eturaja4	BOOL	0.10	In Eturaja kuljetin 4
IN_Takaraja4	BOOL	0.11	In Takaraja kuljetin 4
IN_Pino_ala	BOOL	1.00	In Kuljetin 4 alarajalla
IN_Pino_keski	BOOL	1.01	In Kuljetin 4 keskirajalla
IN_Pino_yla	BOOL	1.02	In Kuljetin 4 ylarajalla
IN_Pino_tunnistus	BOOL	1.03	In Pinon tunnistusraja
IN_Vapautusylint...	BOOL	1.04	In Tarttuja kiinni
IN_Irroitussylinte...	BOOL	1.05	In Irroitussylinteri ulkona
IN_Eturaja5	BOOL	2.00	Work Eturaja kuljetin 5
IN_Takaraja5	BOOL	2.01	Work Takaraja kuljetin 5
IN_Eturaja6	BOOL	2.02	Work Eturaja kuljetin 6
IN_Takaraja6	BOOL	2.03	Work Takaraja kuljetin 6
IN_Eturaja7	BOOL	2.04	Work Eturaja kuljetin 7
IN_Takaraja7	BOOL	2.05	Work Takaraja kuljetin 7
IN_Eturaja8	BOOL	2.06	Work Eturaja kuljetin 8
IN_Takaraja8	BOOL	2.07	Work Takaraja kuljetin 8
OUT_Pudotuslupa	BOOL	100.00	Out Tyhjä laatikko paikallaan
OUT_Linjan_vai...	BOOL	100.01	Out Vaihto lavakuljettimelle
OUT_Kuljetin1_...	BOOL	100.04	Out Kuljettimen 1 moottori ...
OUT_Kuljetin1_t...	BOOL	100.05	Out Kuljettimen 1 moottori t...
OUT_Kuljetin2_...	BOOL	100.06	Out Kuljettimen 2 moottori ...
OUT_Kuljetin2_t...	BOOL	100.07	Out Kuljettimen 2 moottori t...
OUT_Kuljetin3_...	BOOL	101.00	Out Kuljettimen 3 moottori
OUT_Kuljetin4_...	BOOL	101.01	Out Kuljettimen 4 moottori
OUT_Kuljetin4_y...	BOOL	101.02	Out Kuljettimen 4 moottorin...
OUT_Kuljetin4_...	BOOL	101.03	Out Kuljettimen 4 moottorin...
OUT_Pino_tarttuja	BOOL	101.04	Out Laatikon vapautus
OUT_Pino_irroitt...	BOOL	101.05	Out Laatikon irroittaja sylint...
OUT_Kuljetin5_...	BOOL	102.00	Work Kuljettimen 5 moottori
OUT_Kuljetin6_...	BOOL	102.01	Work Kuljettimen 6 moottori
OUT_Kuljetin7_...	BOOL	102.02	Work Kuljettimen 7 moottori
OUT_Kuljetin7_y...	BOOL	102.03	Work Kuljettimen nostosylinteri
OUT_Kuljetin8_...	BOOL	102.04	Work Kuljettimen 8 moottori
P_First_Cycle	BOOL	A200.11	Work First Cycle Flag
P_Step	BOOL	A200.12	Work Step Flag

Symbolit

Name	Data Type	Address /... Rack Lo... Usa...	Comment
P_First_Cycle_T...	BOOL	A200.15	Work First Task Execution Fl...
P_Max_Cycle_Ti...	UDINT	A262	Work Maximum Cycle Time
P_Cycle_Time_...	UDINT	A264	Work Present Scan Time
P_Cycle_Time_...	BOOL	A401.08	Work Cycle Time Error Flag
P_Low_Battery	BOOL	A402.04	Work Low Battery Flag
P_IO_Verify_Error	BOOL	A402.09	Work I/O Verification Error Fl...
P_CIO	WORD	A450	Work CIO Area Parameter
P_WR	WORD	A451	Work WR Area Parameter
P_HR	WORD	A452	Work HR Area Parameter
P_DM	WORD	A460	Work DM Area Parameter
P_EM0	WORD	A461	Work EM0 Area Parameter
P_EM1	WORD	A462	Work EM1 Area Parameter
P_EM2	WORD	A463	Work EM2 Area Parameter
P_EM3	WORD	A464	Work EM3 Area Parameter
P_EM4	WORD	A465	Work EM4 Area Parameter
P_EM5	WORD	A466	Work EM5 Area Parameter
P_EM6	WORD	A467	Work EM6 Area Parameter
P_EM7	WORD	A468	Work EM7 Area Parameter
P_EM8	WORD	A469	Work EM8 Area Parameter
P_EM9	WORD	A470	Work EM9 Area Parameter
P_EMA	WORD	A471	Work EMA Area Parameter
P_EMB	WORD	A472	Work EMB Area Parameter
P EMC	WORD	A473	Work EMC Area Parameter
P_Output_Off_Bit	BOOL	A500.15	Work Output OFF Bit
P_GE	BOOL	CF000	Work Greater Than or Equal...
P_NE	BOOL	CF001	Work Not Equals (NE) Flag
P_LE	BOOL	CF002	Work Less Than or Equals (...)
P_ER	BOOL	CF003	Work Instruction Execution E...
P_CY	BOOL	CF004	Work Carry (CY) Flag
P_GT	BOOL	CF005	Work Greater Than (GT) Flag
P_EQ	BOOL	CF006	Work Equals (EQ) Flag
P_LT	BOOL	CF007	Work Less Than (LT) Flag
P_N	BOOL	CF008	Work Negative (N) Flag
P_OF	BOOL	CF009	Work Overflow (OF) Flag
P_UF	BOOL	CF010	Work Underflow (UF) Flag
P_AER	BOOL	CF011	Work Access Error Flag
P_0_1s	BOOL	CF100	Work 0.1 second clock pulse...
P_0_2s	BOOL	CF101	Work 0.2 second clock pulse...
P_1s	BOOL	CF102	Work 1.0 second clock pulse...
P_0_02s	BOOL	CF103	Work 0.02 second clock puls...
P_1min	BOOL	CF104	Work 1 minute clock pulse bit
P_On	BOOL	CF113	Work Always ON Flag
P_Off	BOOL	CF114	Work Always OFF Flag

3(25)

Symbolit

Name	Data Type	Address /... Rack Lo... Usa... Comment
	BOOL	T0010 Work Max 15s
	BOOL	T0020 Work Max 15s
	BOOL	T0021 Work Kuljetinta 3s taakse
	BOOL	T0030 Work Kuljettimen 3 pysäytys ...
	BOOL	T0070 Work Odotetaan että kuljetin...
	BOOL	T0090 Work Viive ennen irroitusylint...
Ohjausjännite	BOOL	W0.00 Work Ohjausjännite turvalogi...
Laatikon_vaihto	BOOL	W0.01 Work Tyhjä lava robotille
Puskuri_taysi	BOOL	W0.02 Work Laatikot lavakuljettimelle
Lavakuljettimelle	BOOL	W0.03 Work Linjan vaihto
Ohjausjännite2	BOOL	W0.04 Work Ohjausjännite2 turvalo...
	BOOL	W0.08 Work Kuljetin 8 täysi
	BOOL	W10.00 Work Kuljetin 1 ohjaus eteen
	BOOL	W10.01 Work Kuljetin 1 ohjaus taakse
	BOOL	W11.00 Work MAX käyntiaika kuljeti...
MAX_kayntiaika	BOOL	W11.01 Work Kuljettimen MAX käynt...
	BOOL	W11.02 Work MAX käyntiaika kuljeti...
	BOOL	W20.00 Work Kuljetin 2 ohjaus eteen
	BOOL	W20.01 Work Kuljetin 2 taakse
	BOOL	W20.02 Work Käynnistysehtoja kuljet...
	BOOL	W21.00 Work MAX käyntiaika kuljeti...
	BOOL	W21.01 Work MAX käyntiaika kuljeti...
	BOOL	W30.00 Work Kuljetin 3 ohjaus
	BOOL	W30.01 Work Käynnistysehtoja kuljet...
	BOOL	W31.00 Work MAX käyntiaika kuljeti...
	BOOL	W40.00 Work Kuljetin4 ohjaus
	BOOL	W40.01 Work Käynnistysehtoja kuljet...
	BOOL	W41.00 Work MAX käyntiaika kuljeti...
	BOOL	W50.00 Work Kuljetin 5 ohjaus
	BOOL	W51.00 Work MAX käyntiaika kuljeti...
	BOOL	W60.00 Work Kuljetin 6 ohjaus
	BOOL	W60.01 Work Käynnistysehtoja kuljet...
	BOOL	W61.00 Work MAX käyntiaika kuljeti...
	BOOL	W70.00 Work Kuljetin 7 ohjaus
	BOOL	W71.00 Work MAX käyntiaika kuljeti...
	BOOL	W80.00 Work Kuljetin 8 ohjaus
	BOOL	W81.00 Work MAX käyntiaika kuljeti...
	BOOL	W90.00 Work Ohjaus ylös
	BOOL	W90.01 Work Tarttujan vapautus
	BOOL	W90.02 Work Ohjaus alas
	BOOL	W90.03 Work Irroitusylinteri
	BOOL	W90.05 Work Käynnistysehtoja alas
	BOOL	W91.00 Work Pinon täyttö

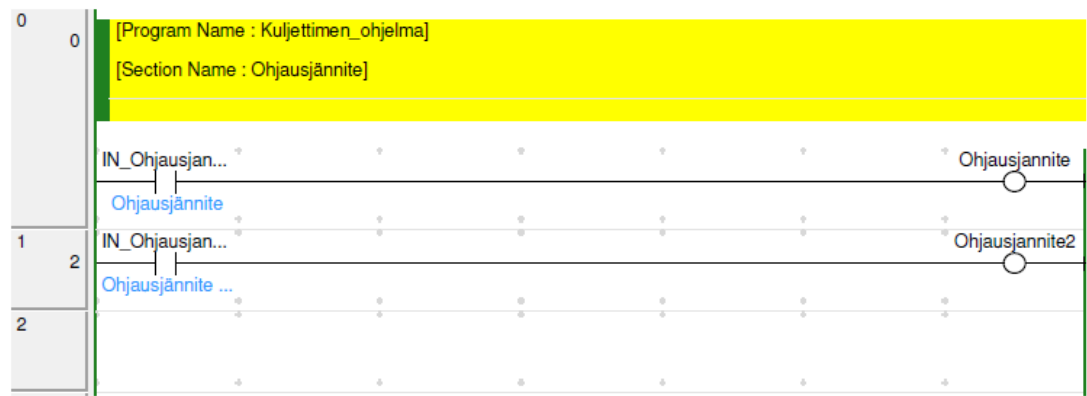
Symbolit

Name	Data Type	Address /...	Rack Lo...Usa...Comment
HMI_LavaON	BOOL	W100.00	Work Lavojen ajo valittu
HMI_LaatikkoON	BOOL	W100.01	Work Laatikoiden ajo valittu
HMI_Kasiajo_kul...	BOOL	W100.02	Work Kuljettimen 1 käsiajo n...
HMI_Kasiajo_kul...	BOOL	W100.03	Work Kuljettimen 2 käsiajo n...
HMI_Kasiajo_kul...	BOOL	W100.04	Work Kuljettimen 3 käsiajo n...
HMI_Kasiajo_kul...	BOOL	W100.05	Work Kuljettimen 4 käsiajo n...
HMI_Kasiajo_kul...	BOOL	W100.06	Work Kuljettimen 5 käsiajo n...
HMI_Kasiajo_kul...	BOOL	W100.07	Work Kuljettimen 6 käsiajo n...
HMI_Kasiajo_kul...	BOOL	W100.08	Work Kuljettimen 7 käsiajo n...
HMI_Kasiajo_kul...	BOOL	W100.09	Work Kuljettimen 8 käsiajo n...
HMI_Kasiajo_pin...	BOOL	W100.10	Work Kuljettimen 4 nostomo...
HMI_Kasiajo_va...	BOOL	W100.11	Work Pinon vapautusventtiili...
HMI_Kasiajo_pin...	BOOL	W100.12	Work Pinon irroitussylinterin ...
HMI_Kasiajo_kul...	BOOL	W100.13	Work Kuljettimen 7 nostosyli...
HMI_Kasiajo_kul...	BOOL	W100.14	Work Kuljettimen 1 käsiajo t...
HMI_Kasiajo_kul...	BOOL	W100.15	Work Kuljettimen 2 käsiajo t...
HMI_Kasiajo_pin...	BOOL	W101.00	Work Kuljettimen 4 nostomo...
HMI_Kasiajo	BOOL	W101.01	Work Käsiajon valinta
HMI_Kuittaus	BOOL	W101.02	Work Virhetilan kuittaus
HMI_LavaSTOP	BOOL	W101.03	Work Lava-ajon pysäytys
HMI_LaatikkoST...	BOOL	W101.04	Work Laatikkoajon pysäytys
HMI_Kasiajo_OFF	BOOL	W101.05	Work Käsiajon pysäytys
HMI_Automaatti...	BOOL	W101.06	Work Automaattiajon valinta
HMI_Automaatti...	BOOL	W101.07	Work Automaattiajon pysäytys
	BOOL	W105.00	Work Kuljetin 1 käsiajolla ete...
	BOOL	W105.01	Work Kuljetin 1 käsiajolla taa...
	BOOL	W105.02	Work Kuljetin 2 käsiajolla ete...
	BOOL	W105.03	Work Kuljetin 2 käsiajolla taa...
	BOOL	W105.04	Work Kuljetin 3 käsiajolla
	BOOL	W105.05	Work Kuljetin 4 käsiajolla
	BOOL	W105.06	Work Kuljetin 4 käsiajolla ylös
	BOOL	W105.07	Work Kuljetin 4 käsiajolla alas
	BOOL	W105.08	Work Kuljetin 5 käsiajolla
	BOOL	W105.09	Work Kuljetin 6 käsiajolla
	BOOL	W105.10	Work Kuljetin 7 käsiajolla
	BOOL	W105.11	Work Kuljetin 7 nosto käsiajo...
	BOOL	W105.12	Work Kuljetin 8 käsiajolla
	BOOL	W105.13	Work Pinon vapautusventtiili ...
	BOOL	W105.14	Work Pinon irroitussylinteri k...
Lava_ajolla	BOOL	W106.00	Work Lava-ajo valittu näytöltä
Laatikkoajolla	BOOL	W106.01	Work Laatikkoajo valittu näyt...
Kasiajolla	BOOL	W106.02	Work Käsiajo valittu näytöltä
Automaattiajolla	BOOL	W106.03	Work Automaattiajo valittu n...

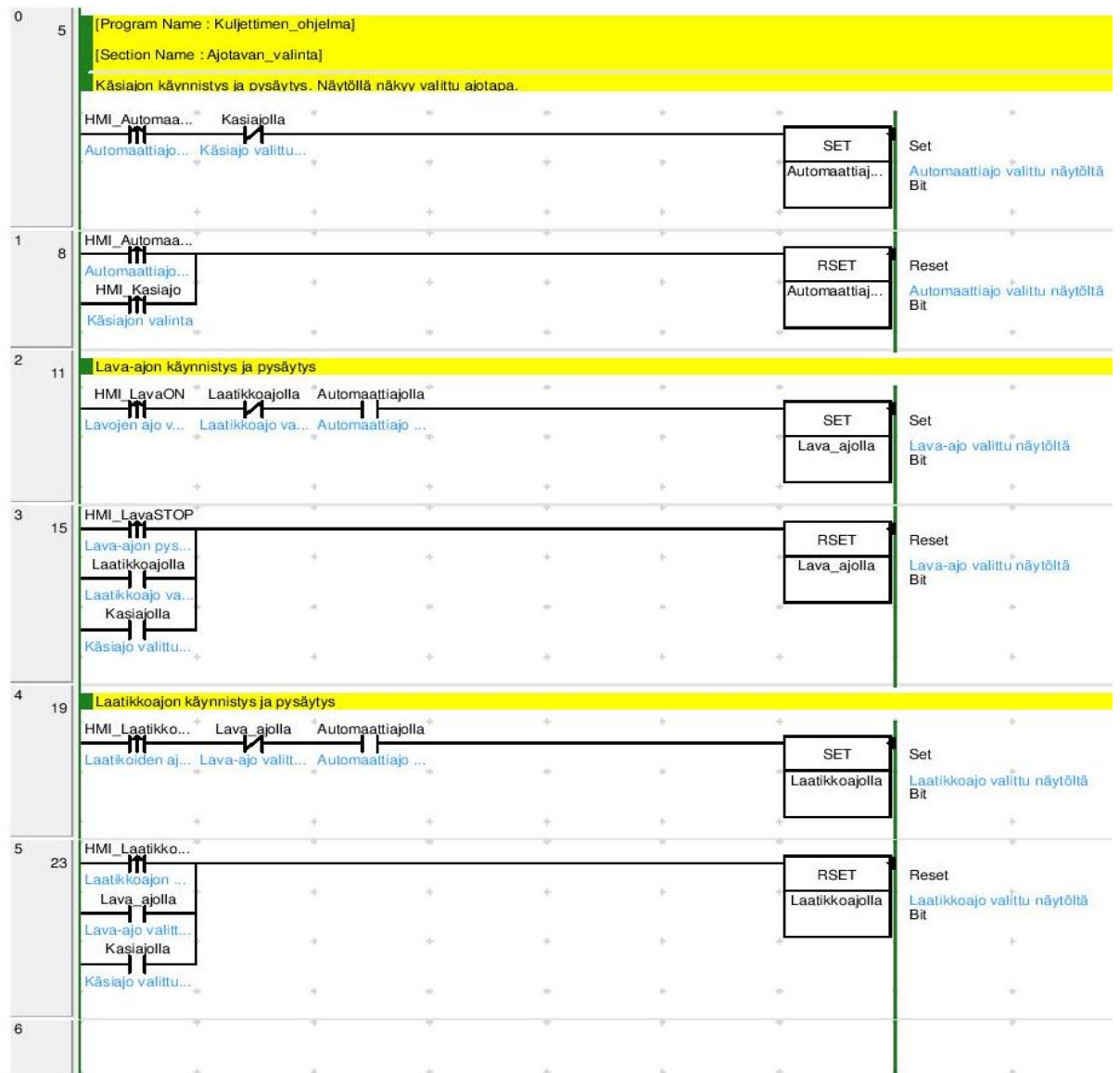
Symbolit

Name	Data Type	Address /...	Rack Lo...	Usa...	Comment
	BOOL	W110.00			Work Eturaja1
	BOOL	W110.01			Work Takaraja1
	BOOL	W110.02			Work Eturaja2
	BOOL	W110.03			Work Takaraja2
	BOOL	W110.04			Work Takaraja3
	BOOL	W110.05			Work Eturaja4
	BOOL	W110.06			Work Takaraja4
	BOOL	W110.07			Work Eturaja5
	BOOL	W110.08			Work Takaraja5
	BOOL	W110.09			Work Eturaja6
	BOOL	W110.10			Work Takaraja6
	BOOL	W110.11			Work Eturaja7
	BOOL	W110.12			Work Takaraja7
	BOOL	W110.13			Work Eturaja8
	BOOL	W110.14			Work Takaraja8
Kuljetin4_MAXaika	FUNCTI...				
Eturaja2	FUNCTI...				
Eturaja4	FUNCTI...				
Eturaja5	FUNCTI...				
Eturaja6	FUNCTI...				
Eturaja7	FUNCTI...				
Eturaja8	FUNCTI...				
Kuljetin1_MAXaika	FUNCTI...				
Kuljetin1t_MAXa...	FUNCTI...				
Kuljetin2_MAXaika	FUNCTI...				
Kuljetin2t_MAXa...	FUNCTI...				
Kuljetin3_MAXaika	FUNCTI...				
Takaraja8	FUNCTI...				
Kuljetin5_MAXaika	FUNCTI...				
Kuljetin6_MAXaika	FUNCTI...				
Kuljetin7_MAXaika	FUNCTI...				
Kuljetin8_MAXaika	FUNCTI...				
Takaraja7	FUNCTI...				
Takaraja2	FUNCTI...				
Takaraja3	FUNCTI...				
Takaraja4	FUNCTI...				
Takaraja5	FUNCTI...				
Takaraja6	FUNCTI...				
Eturaja1	FUNCTI...	[Auto]			
Takaraja1	FUNCTI...	[Auto]			

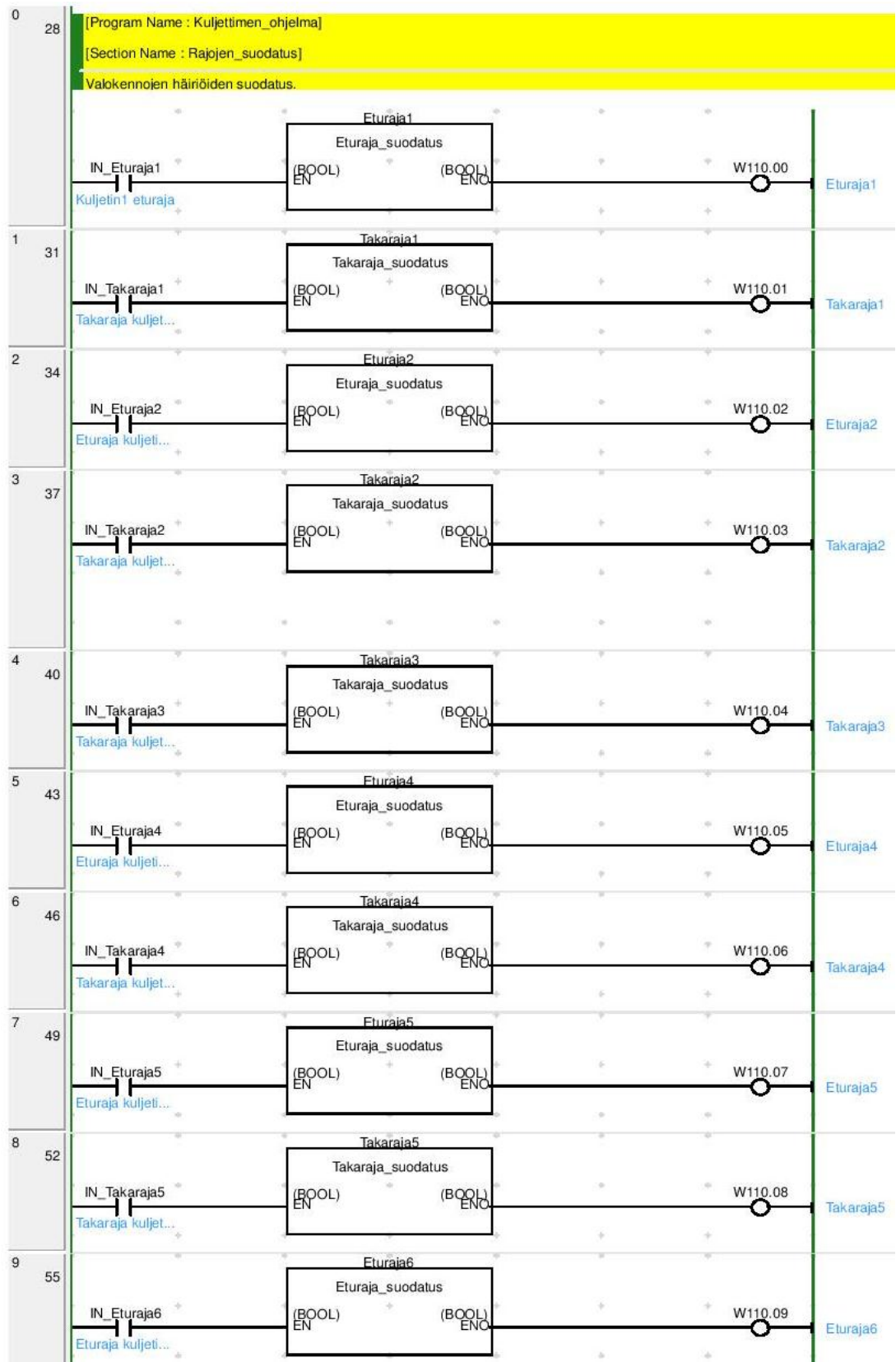
Ohjausjännite



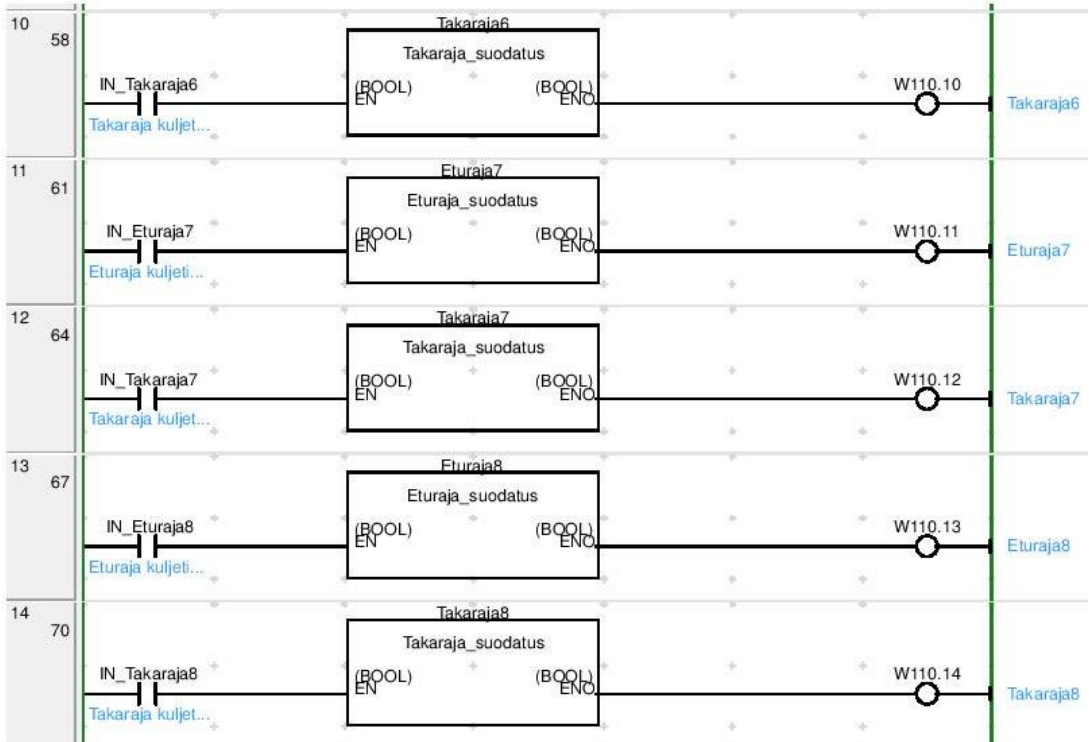
Aiotavan valinta



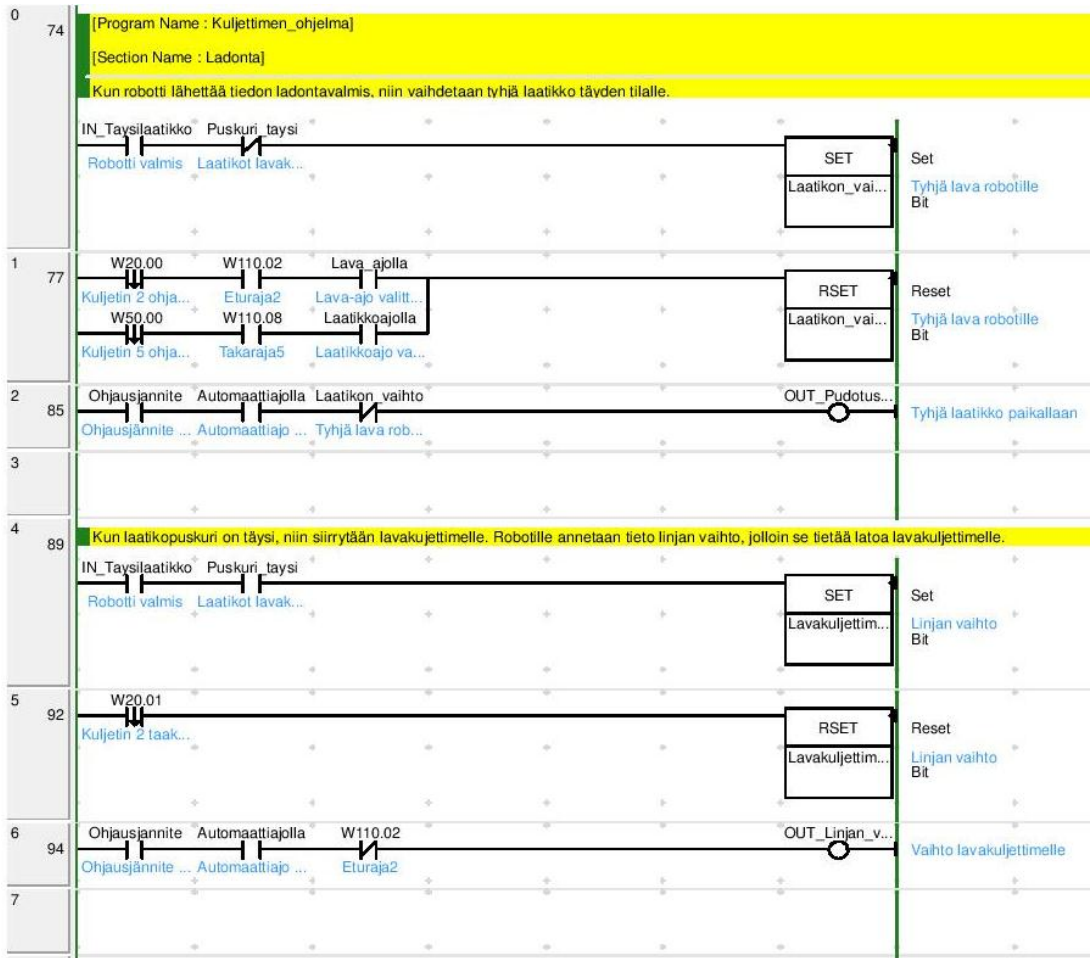
Rajojen suodatus



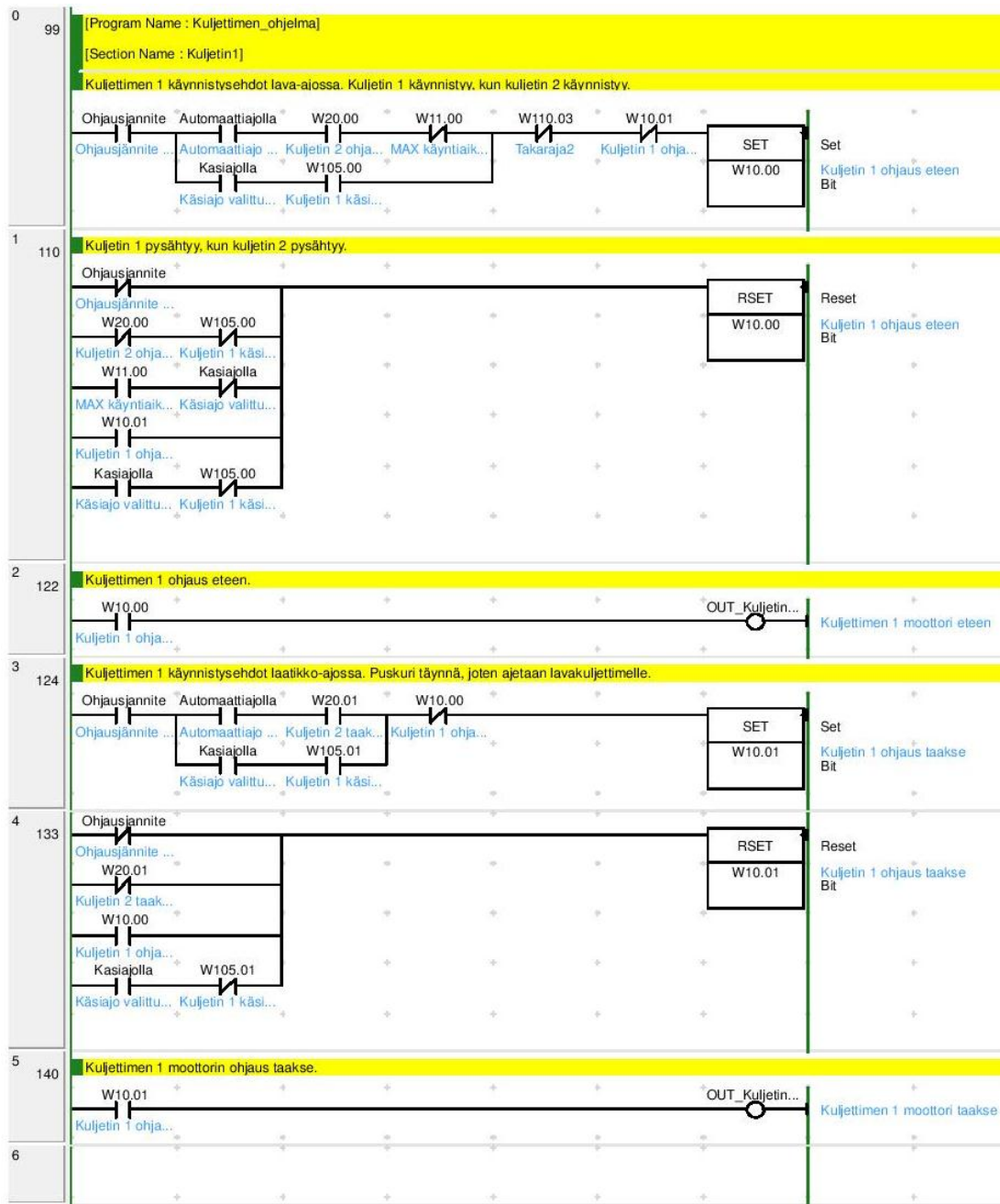
Rajojen suodatus



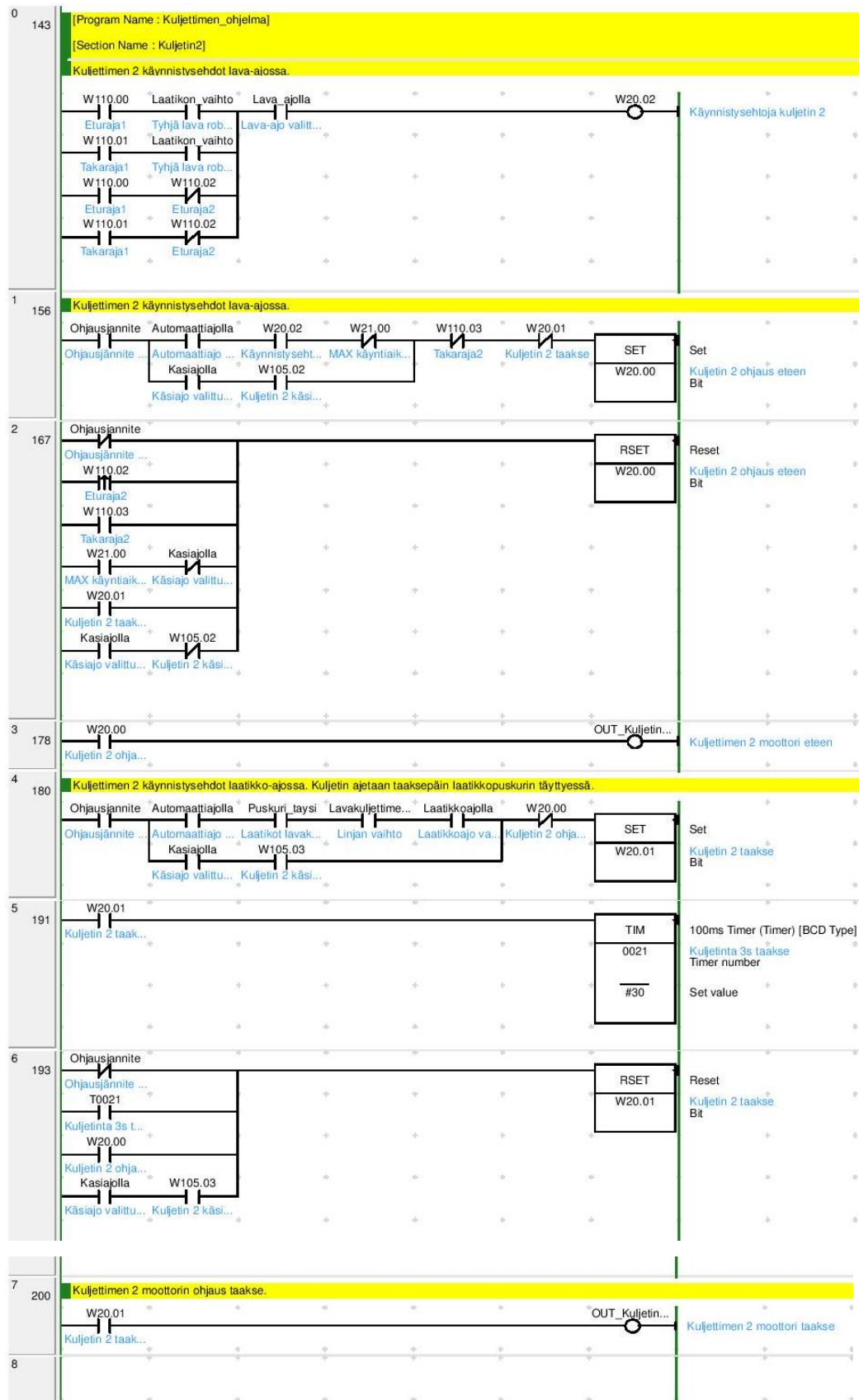
Rajojen suodatus



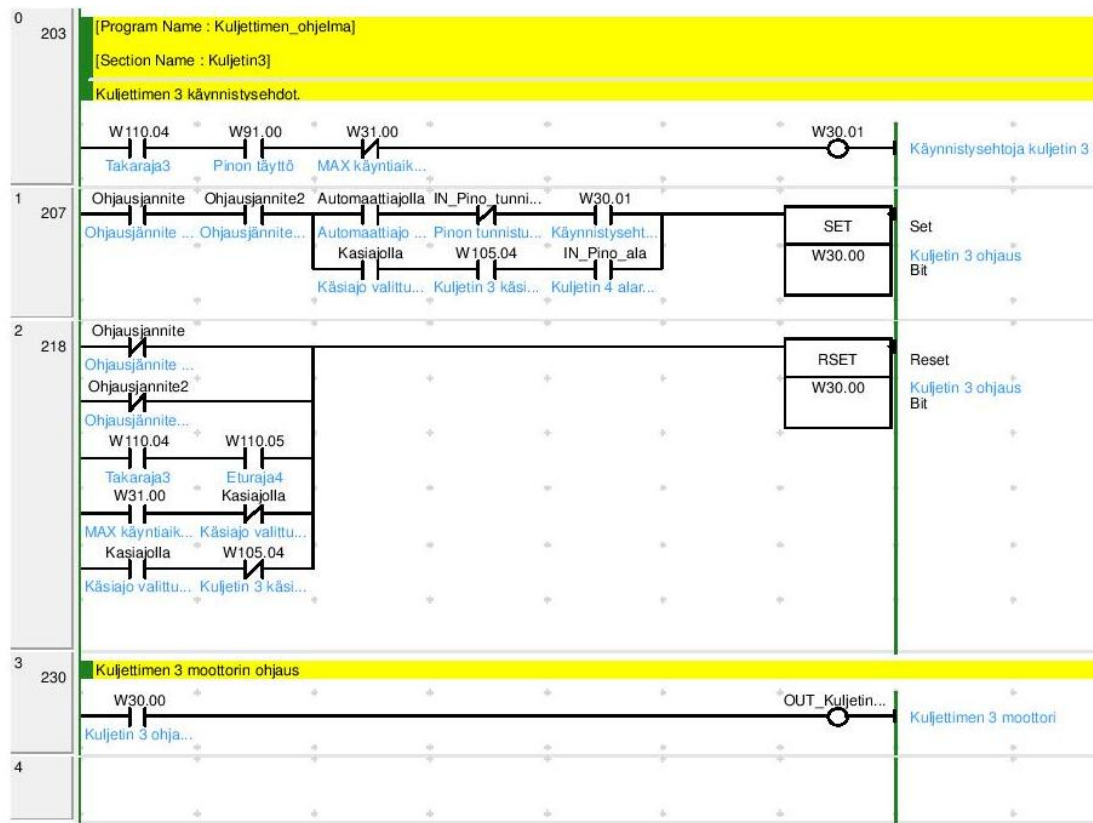
Kuljetin 1



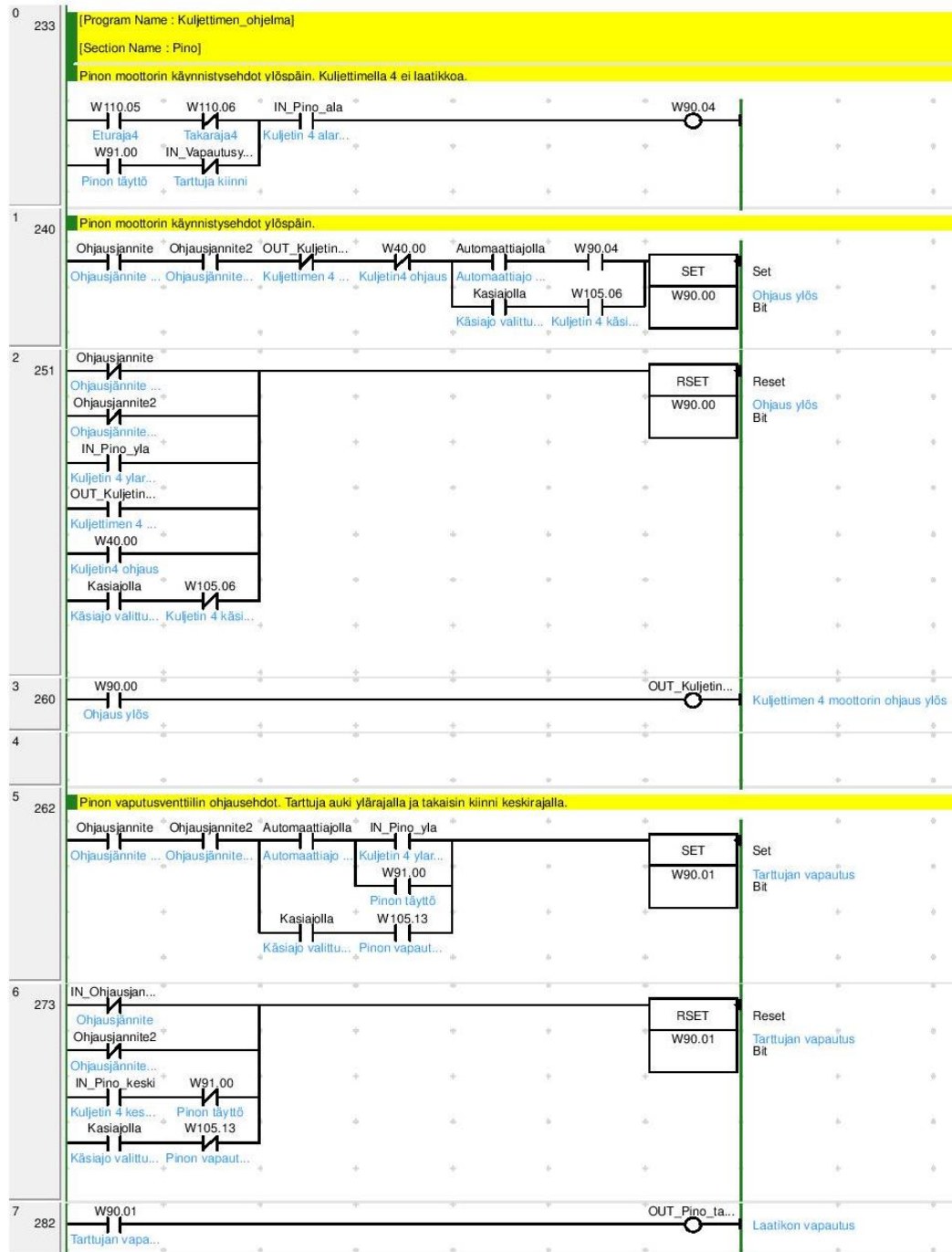
Kuljetin 2



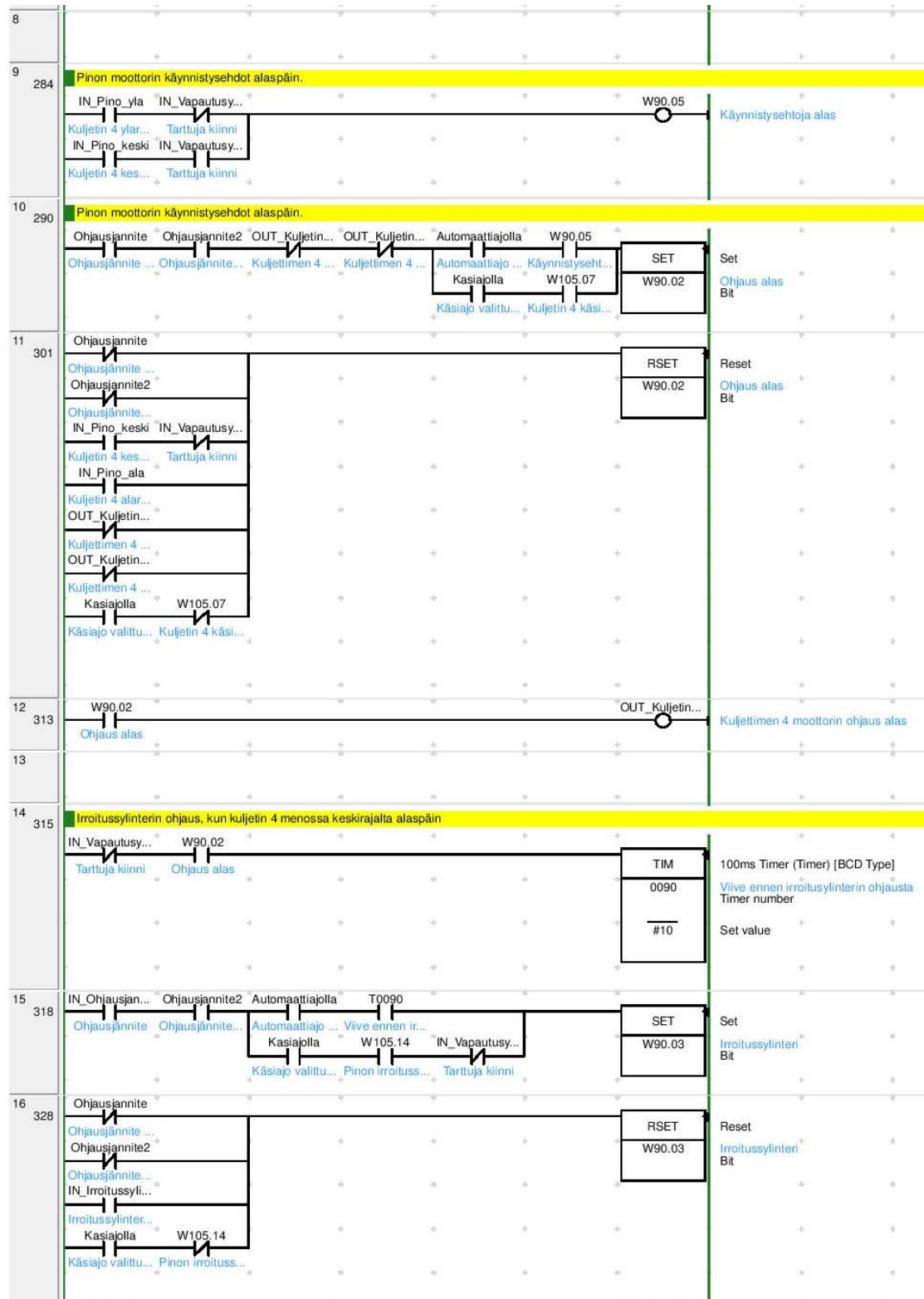
Kuljetin 3



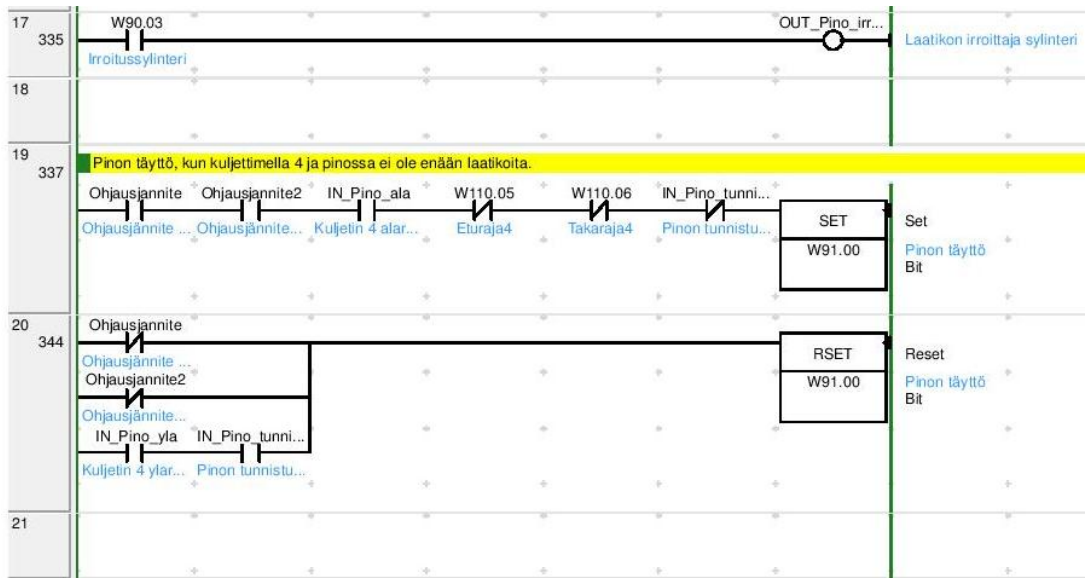
Pino



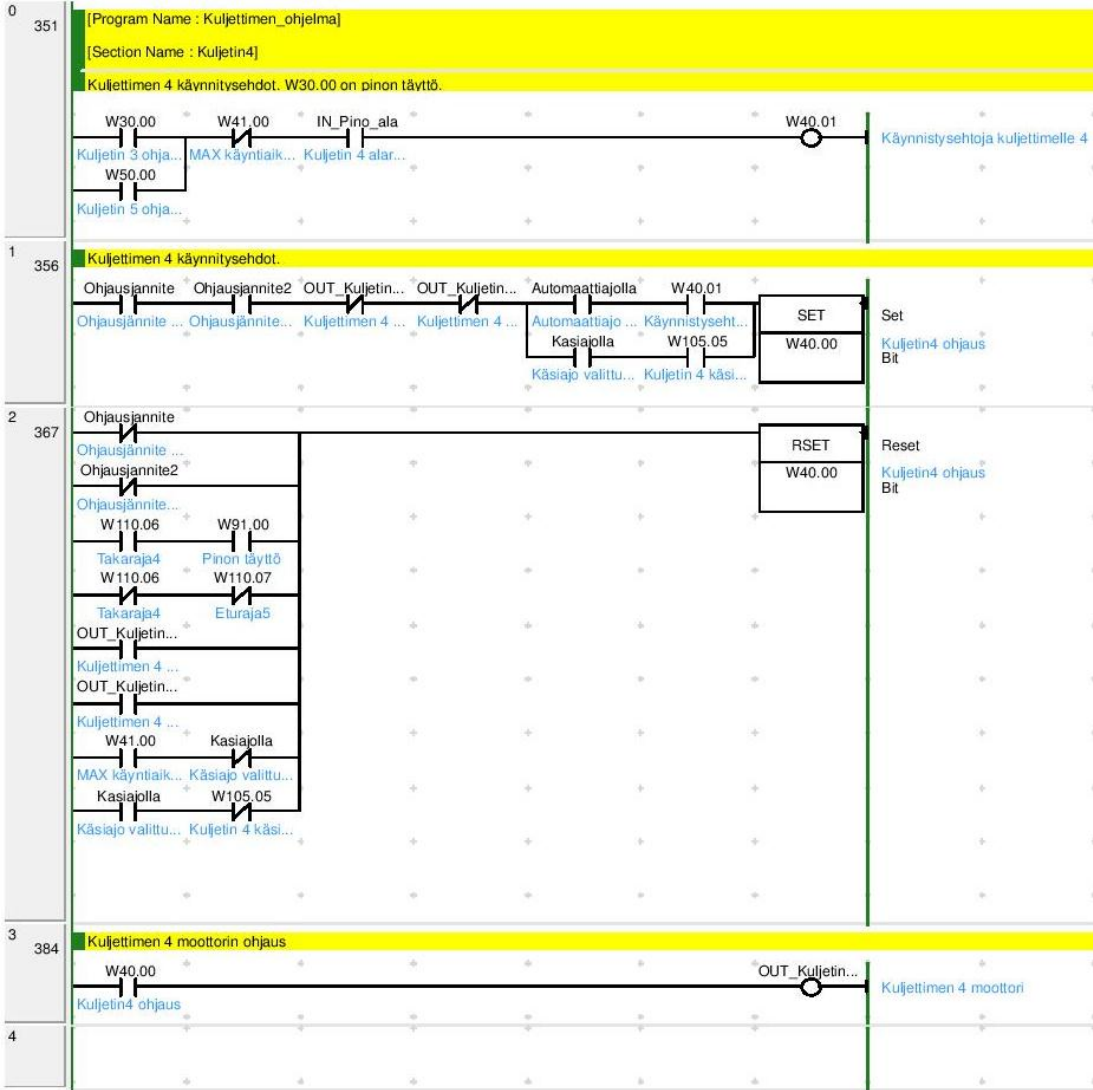
Pino



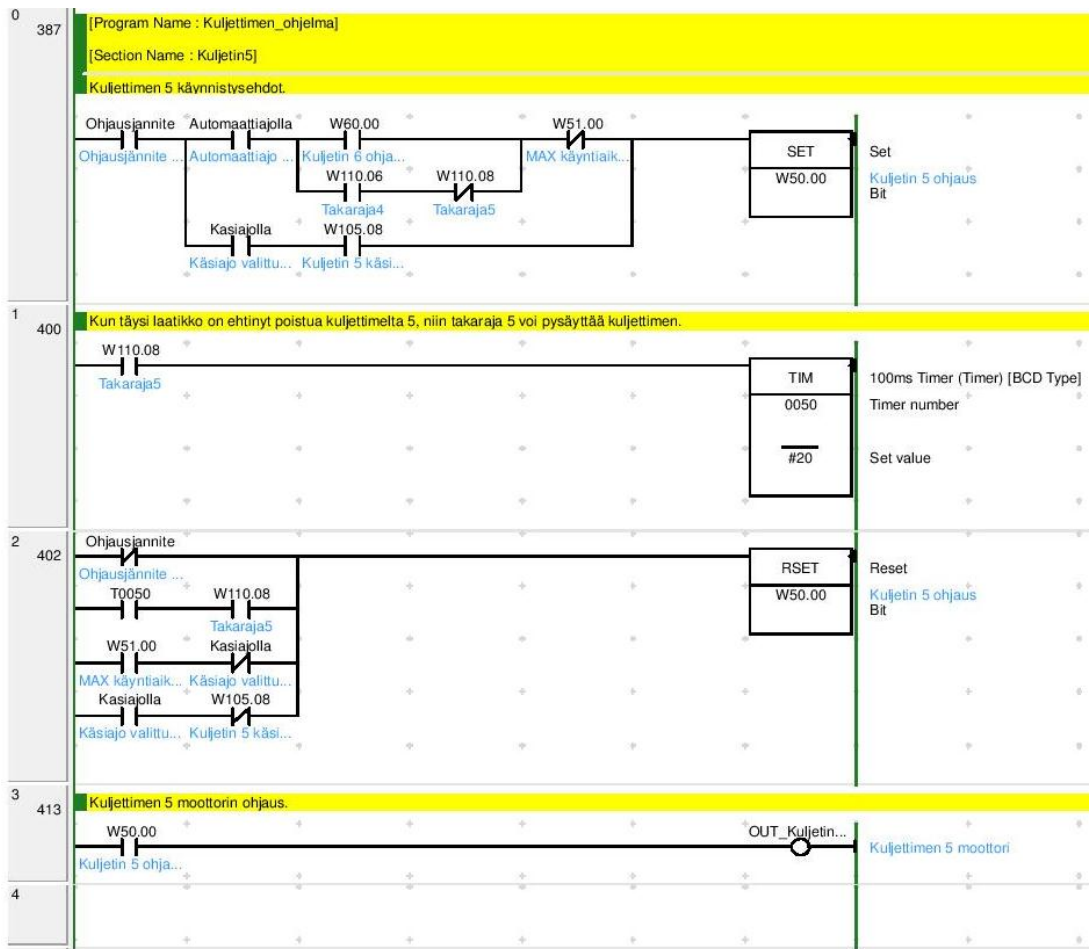
Pino



Kuljetin 4



Kuljetin 5



0 416 [Program Name : Kuljettimen_ohjelma]
[Section Name : Kuljetin6]
Kuljettimen 6 käynnistysehtoja.

1 420 Kuljettimen 6 käynnistysehdot.

2 431 Kun kuljetin 8 täynnä, niin täytetään kuljetin 6.

3 444 Kuljettimen 6 moottorin ohjaus

4 446 Kuljetin 6 ja 8 täynnä laatikoita.

5

```

graph TD
    subgraph 0_416 [0 416]
        direction LR
        L1[Laatikkoajolla] --- L2[Laatikon vaihto] --- L3[Puskuri täysi]
        L1 --- L4[Laatikkoajo va...] --- L5[Tyhjä lava rob...] --- L6[Laatikot lavak...]
        W60_01((W60.01))
        K6[Käynnistysehtoja kuljettimelle 6]
    end

    subgraph 1_420 [1 420]
        direction LR
        Oj[Ohjausjännite] --- W110_10[W110.10] --- W110_11[W110.11] --- A[Automaattiajolla] --- W60_01[W60.01] --- W61_00[W61.00]
        Oj --- Oj2[Ohjausjännite ...] --- T6[Takaraja6] --- E7[Eturaja7] --- A2[Automaattiajo ...] --- K6_1[Käynnistyseht...] --- MAX6[MAX käyntiaik...]
        A --- K6_2[Käsiajo valittu...] --- W105_09[W105.09] --- K6_3[Kuljetin 6 käsi...]
        SET6[SET W60.00]
        S6[Set Kuljetin 6 ohjaus Bit]
    end

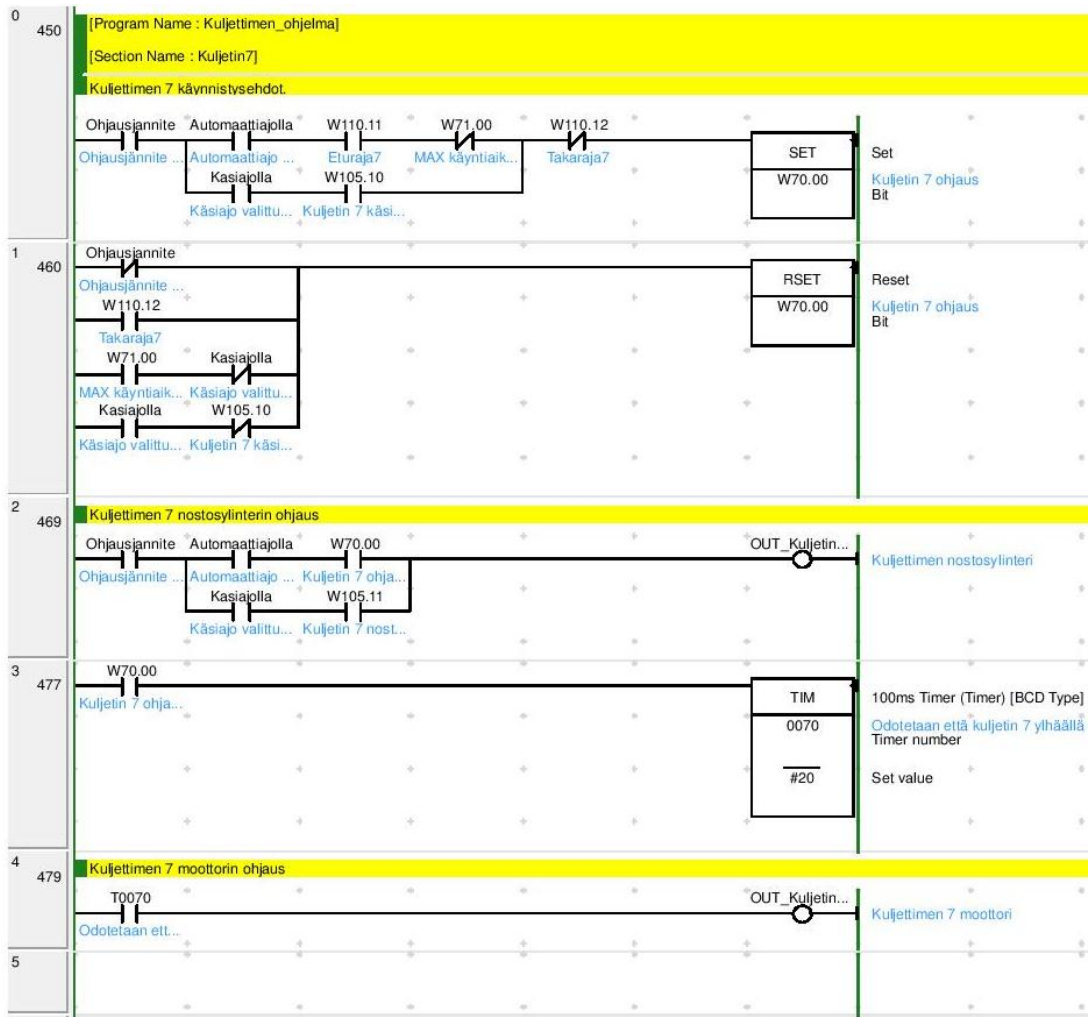
    subgraph 2_431 [2 431]
        direction LR
        Oj3[Ohjausjännite] --- Oj4[Ohjausjännite ...] --- W110_11[W110.11] --- E7[Eturaja7] --- W0_08[W0.08] --- IN_T5[IN_Takaraja5] --- IN_E6[IN_Eturaja6]
        K8[Kuljetin 8 täysi] --- T6[Takaraja kuljet...] --- E7[Eturaja kuljet...] --- W61_00[W61.00] --- K6_4[Käsiajolla] --- MAX6_1[MAX käyntiaik...] --- K6_5[Käsiajo valittu...] --- W105_09[W105.09] --- K6_6[Käsiajo valittu...] --- K6_7[Kuljetin 6 käsi...]
        RSET6[RSET W60.00]
        R6[Reset Kuljetin 6 ohjaus Bit]
    end

    subgraph 3_444 [3 444]
        direction LR
        W60_00[W60.00] --- OUT6[OUT_Kuljetin...]
        K6_8[Kuljetin 6 ohja...]
        M6[Kuljettimen 6 moottori]
    end

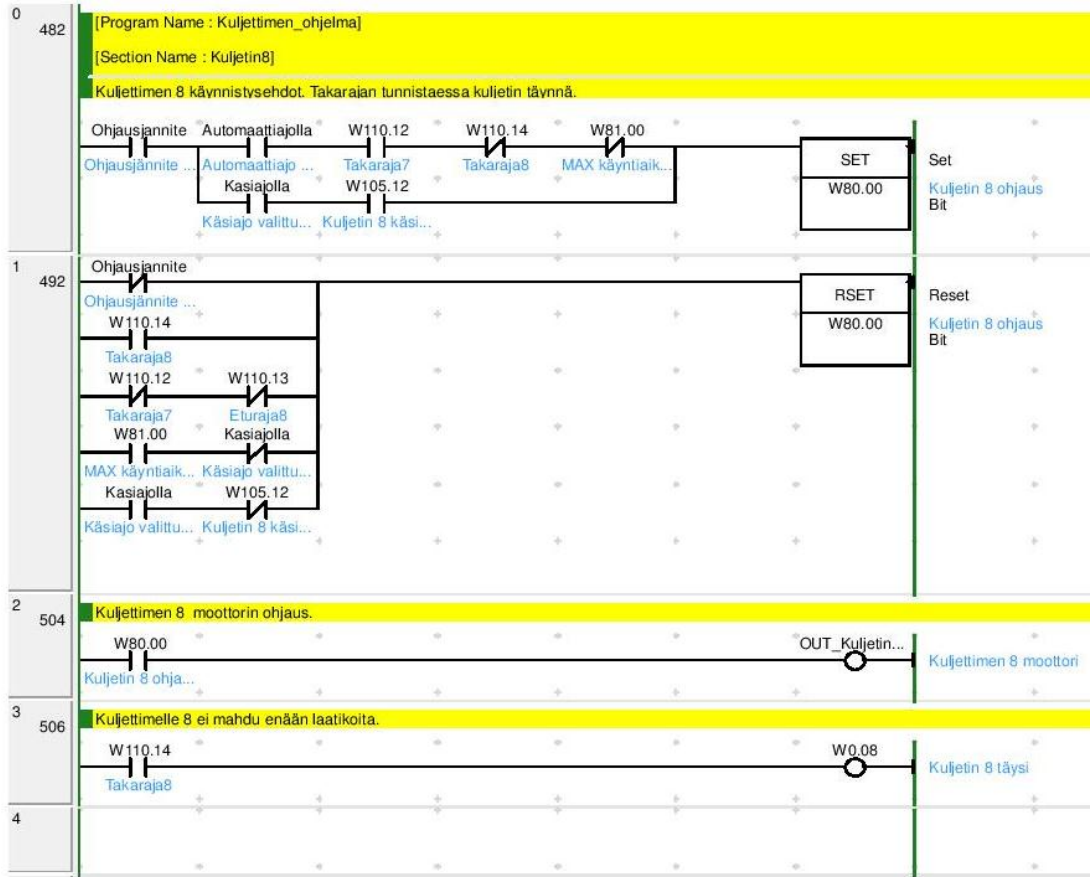
    subgraph 4_446 [4 446]
        direction LR
        W110_10[W110.10] --- W0_08[W0.08] --- Puskuri[Puskuri täysi]
        T6[Takaraja6] --- K8[Kuljetin 8 täysi]
        L6_1[Laatikot lavakuljettimelle]
    end

```

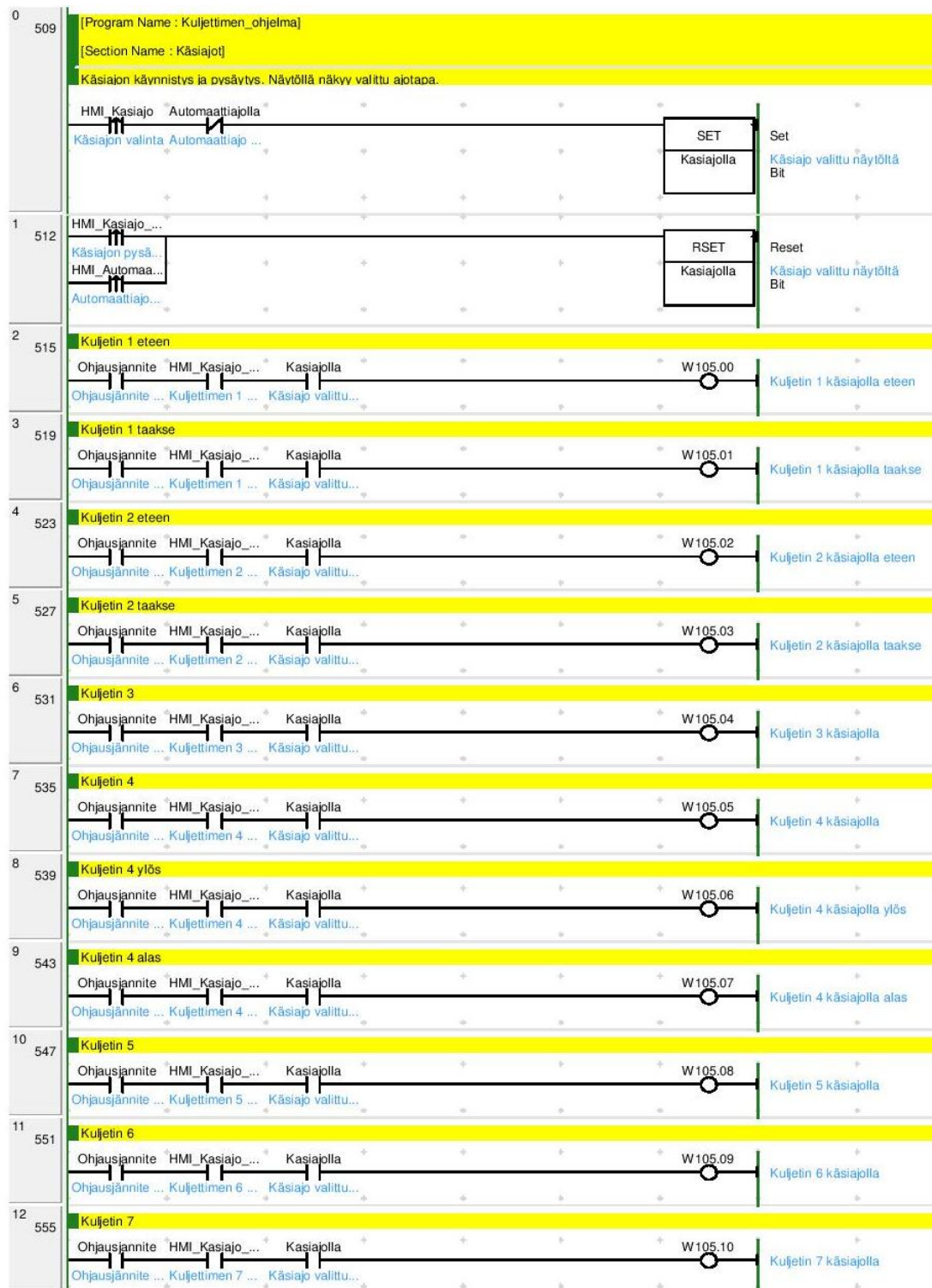
Kuljetin 7



Kuljetin 8



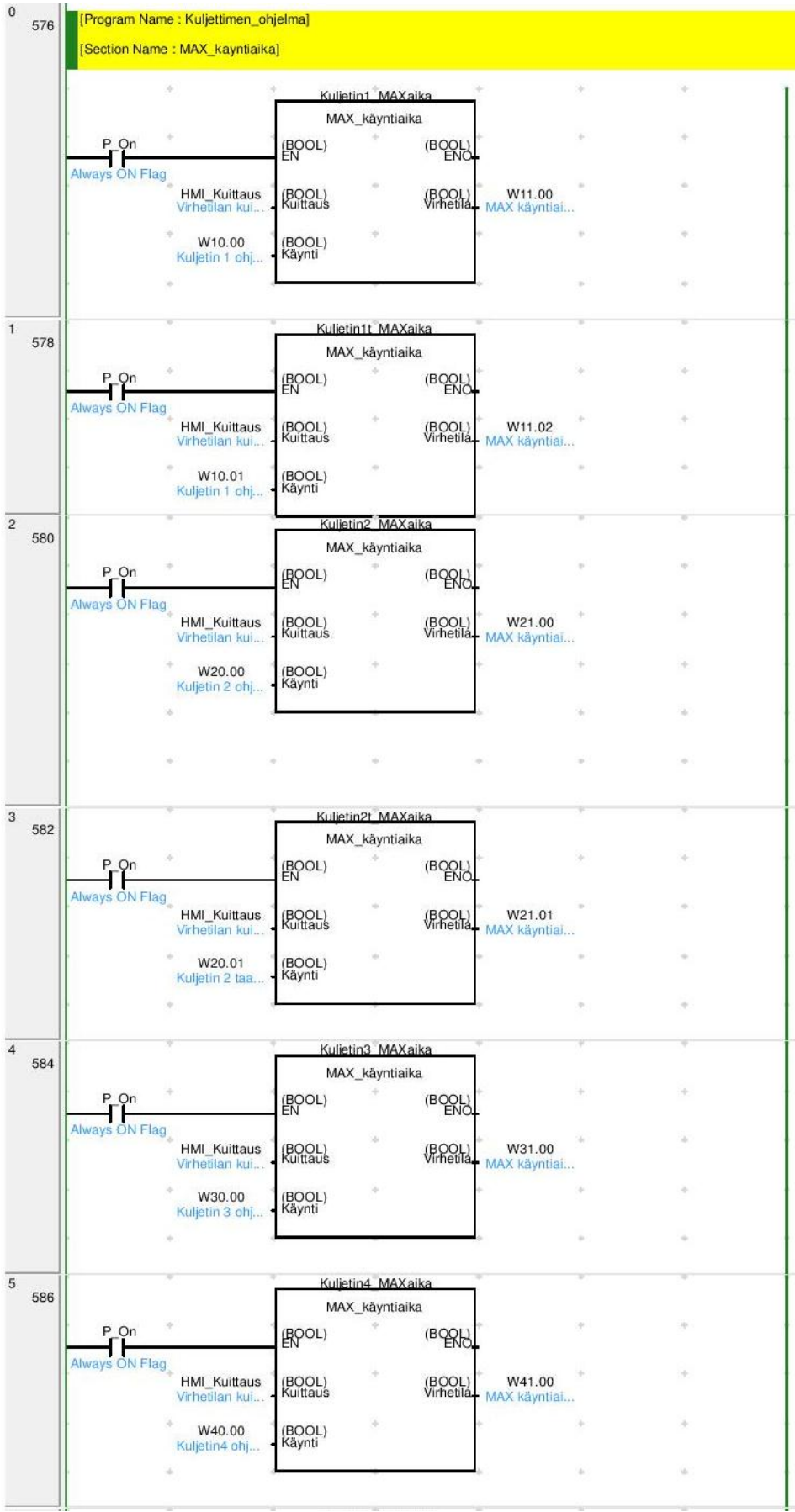
Käsiajot



Käsiajot



Kuljettimien käyntiaika



Kuljettimien käyntiaika

